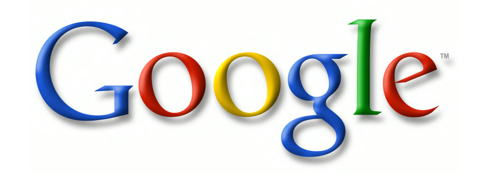
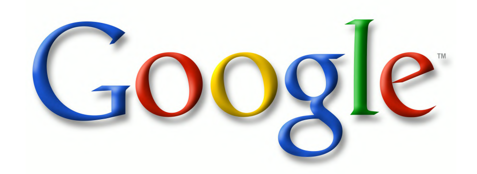
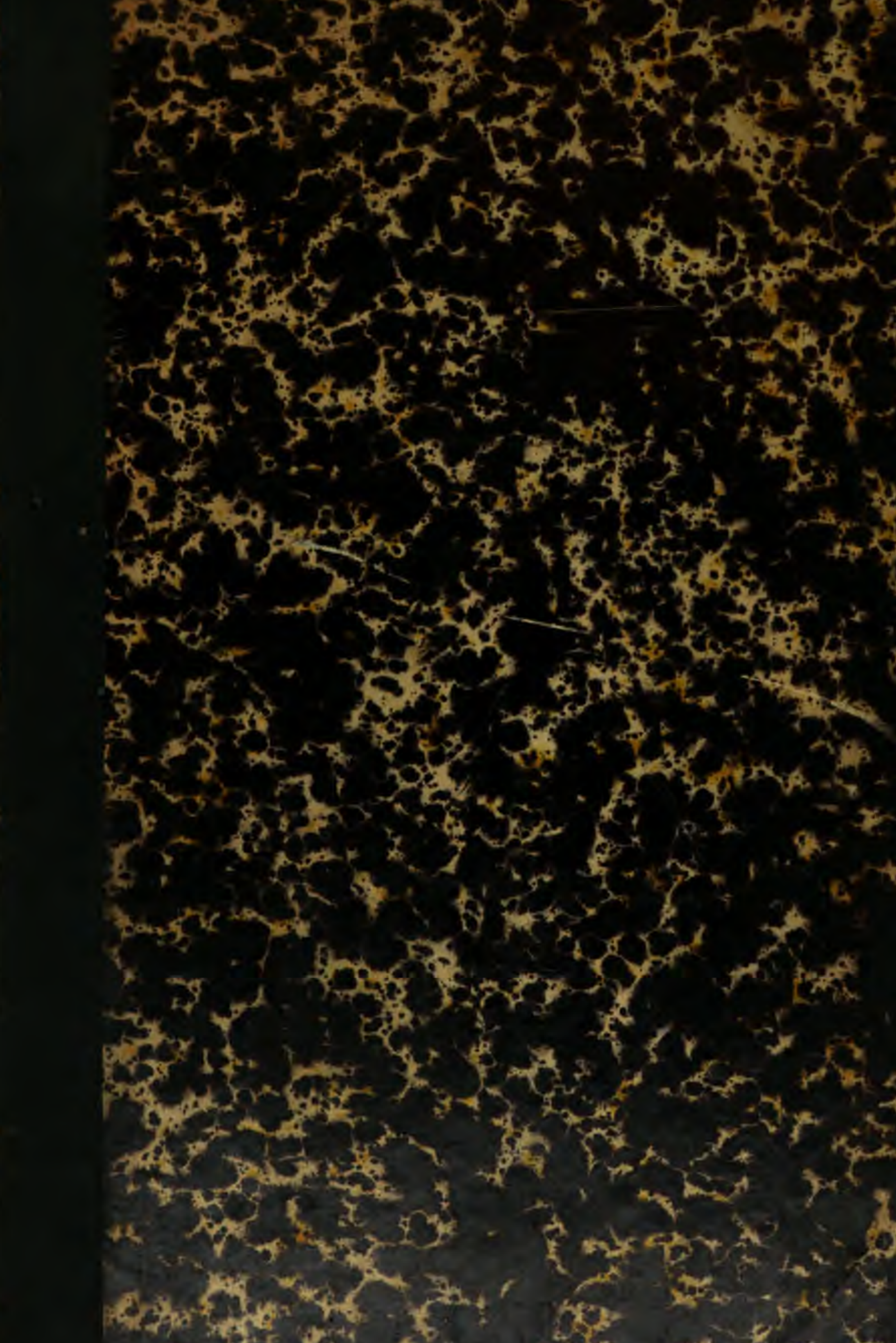







UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK GENT



LEHRBUCH

DER

HISTOLOGIE

DES

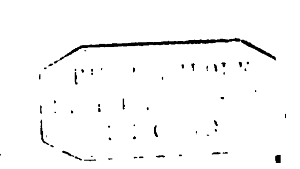
MENSCHEN UND DER THIERE

VON

DR. FRANZ LEYDIG,
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZU WÜRZBURG.

MIT ZAHLREICHEN HOLZSCHNITTEN.

FRANKFURT a. M.
VERLAG VON MEIDINGER SOHN & COMP.
1857.



Schnellpressendruck von C. W. Leske. – Holzstiche von W. Pfnor.

In Darmstadt.

VORWORT.

Gegenwärtige Blätter könnten vielleicht auch den mehrsagenden Titel führen: „vergleichende Geweblehre“; in Erwägung jedoch, dass ein zu grosser Abstand herrscht zwischen Dem, was ich anstrebte und dem Geleisteten schien es mir etwas Anmassliches zu haben, dem Buche diese Aufschrift vorzusetzen. Falls man überhaupt mir nahe legen wollte, noch sei es bei dem niedrigen Stande unserer Kenntnisse nicht an der Zeit, ein wirklich vergleichend-histologisches Gebäude aufzuführen, so würde ich nicht widersprechen; betrachte ich doch das hier Gebotene nur als einen schwachen Versuch, aus den durch fremde und eigene Forschungen über die Thierwelt erworbenen histologischen Einzelheiten eine übersichtliche Darstellung zu gewinnen und, wenn thunlich, über die Einzelheiten hinweg zu allgemeineren Sätzen zu gelangen.

Es kann zwar meine Schrift eine grosse Mangelhaftigkeit aller Orten und Enden nicht verbergen, auch dürfte die Ungleichmässigkeit, welche ich mir in der Behandlung der Materien erlaubt, wodurch manches Kapitel ein oft nahezu notizenhaftes Gepräge hat, zu tadeln sein, aber trotz solcher und noch anderer Ausstellungen, welche zu machen sind, möchte ich mir dennoch mit der Hoffnung schmeicheln, dass das Unternehmen Nutzen stiften kann. Ich habe mir nämlich angelegen sein lassen, die bis jetzt ermittelten Daten der menschlichen Histologie so gedrängt als möglich vorzulegen und in Zusammenhang zu setzen, und was ich über die Geweblehre der Thiere aufnehme, dürfte doch zum Mindesten dazu dienen, den Gesichtskreis unserer histologischen Ideen zu erweitern, vielleicht auch Andere zu ferneren Untersuchungen anzuregen.

Die Neigung zu histologischen Forschungen ist ja bei der jüngeren Generation der Naturforscher und Aerzte in erfreulicher Zunahme begriffen und die feindliche Stellung, welche mitunter vorzügliche Physiologen und die Praktiker der Histologie gegenüber einnehmen, gilt wohl weniger diesen Studien an sich, als der Meinung von überschwenglichen Leistungen unserer Wissenschaft, wie wenn wir jetzt durch das Mikroskop etwas von dem alten über den Lebenserscheinungen schwebenden Dunkel verscheucht hätten!

Wir befinden uns aber, wie mir däucht, leider in gleichem Falle mit Einem, der „das Leben“ etwa einer Wiese, eines Waldes eine Zeit lang von einem fernen Standpunkt aus studirt hat und nun glaubt, es würde sich ihm ein besseres Verständniss von dem Wachsen, von dem Grünwerden und

sich Entfärben aufthun dadurch, dass er näher tritt, um die einzelnen, die grünende Fläche zusammensetzenden Pflanzenarten ins Auge fassen zu können. Allerdings wird er jetzt mancherlei interessante neue Beobachtungen machen, allein in der Hauptsache bleibt das Räthsel von vorhin; er steht noch immer vor denselben Fragen, nur mit dem Unterschied, dass er die Veränderungen gegenwärtig an jedem Pflanzenindividuum ebenso gewahrt, wie zuvor an der grossen grünenden Fläche. Aus demselben Grunde ist es für den Zweck des strengen Physiologen, auch für den Arzt ganz gleichgültig und bringt ihn, sobald es sich um letzte Erklärungen handelt, um keinen Schritt weiter, mag er nun die Lebenserscheinungen in die mikroskopischen Zellen und Zellengebilde legen oder mag er sich bloss an die Leistungen der grösseren organischen Massen halten.

Es ist eben zuzugestehen, dass die histologischen Studien nur den bekannten Satz vom Enthaltensein des Makrokosmus im Mikrokosmus bestätigen, besser zu sagen: die mit dem Mikroskop gesehenen Formen sind immer nur eine Wiederholung, ein Abglanz dessen, was schon das freie Auge an den Dingen gewahrt; in den mikroskopischen Formen spiegeln sich fortwährend die makroskopischen. Lässt man diese Wahrheit ausser Acht, so dürfte man leicht dem Göthe'schen Ausspruch: „Mikroskope und Fernröhren verwirren eigentlich den reinen Menschensinn“, verfallen und die histologischen Ergebnisse allzusehr überschätzen.

Immerhin muss die Histologie als ein der menschlichen Thätigkeit würdiger Gegenstand gelten, sie präcisirt unsere morphologischen Vorstellungen; schärft, was eben-

falls nicht gar zu gering anzuschlagen ist, die Sinne für die Auffassung der Formen überhaupt, und wenn es wirklich wahr sein sollte, dass mit dem Vorrücken unserer Kenntnisse über die Eigenschaften der Materie hin und wieder ein Blick in die Geheimnisse der Lebensprozesse gestattet würde, so hätte die Geweblehre nicht den kleinsten Antheil an solchen Enthüllungen!

Und so übergebe ich denn eine Arbeit, „die eigentlich nie fertig wird, die man aber für fertig erklären muss, wenn man nach Zeit und Umständen das Möglichste gethan hat“, den Liebhabern ähnlicher Studien mit dem Wunsche, dass sie beitragen möge, der Histologie immer mehr Freunde zu gewinnen.

Würzburg, Ende October 1856.

Inhaltsverzeichniss.

Erster Theil.

Dritter Abschnitt.

Vierter Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Sechster Abschnitt.

Siebenter Abschnitt.

Achter Abschnitt.

Neunter Abschnitt.

Zehnter Abschnitt.

Elfter Abschnitt.

Zwölfter Abschnitt.

Dreizehnter Abschnitt.

Vierzehnter Abschnitt.

Fünfzehnter Abschnitt.

Sechzehnter Abschnitt.

Siebzehnter Abschnitt.

Achtzehnter Abschnitt.

Neunzehnter Abschnitt.

Zwanzigster Abschnitt.

Einundzwanzigster Abschnitt.

Zweiundzwanzigster Abschnitt.

Dreiundzwanzigster Abschnitt.

Vierundzwanzigster Abschnitt.

Fünfundzwanzigster Abschnitt.

Sechsundzwanzigster Abschnitt.

Siebenundzwanzigster Abschnitt.

Achtundzwanzigster Abschnitt.

Neunundzwanzigster Abschnitt.

Dreissigster Abschnitt.

Einunddreissigster Abschnitt.

Zweiunddreissigster Abschnitt.

Dreiunddreissigster Abschnitt.

Vierunddreissigster Abschnitt.

Fünfunddreissigster Abschnitt.

Sechsunddreissigster Abschnitt.

Siebenunddreissigster Abschnitt.

Achtunddreissigster Abschnitt.

Neununddreissigster Abschnitt.

Vierzigster Abschnitt.

Einundvierzigster Abschnitt.

Zweiundvierzigster Abschnitt.

Dreiundvierzigster Abschnitt.

Vierundvierzigster Abschnitt.

Fünfundvierzigster Abschnitt.

Sechsundvierzigster Abschnitt.

Siebenundvierzigster Abschnitt.

Erster oder allgemeiner Theil.

Einleitung.

§. 1.

Begriff.

Die Histologie oder Geweblehre befasst sich mit den für unsere sinnliche Wahrnehmung letzten Formelementen des thierischen Organismus, ihr fällt sonach die Aufgabe anheim, die einfacheren Bildungen, aus denen der thierische Leib besteht, bezüglich der Entwicklung, Gestalt, Verbindung und wo möglich auch ihrer Lebenserscheinungen zu beschreiben. Daraus folgt, dass sie zumeist bloss eine ins Feinere gehende Anatomie und Zootomie vorstellt, und man belegt sie desswegen häufig mit dem Namen mikroskopische Anatomie; es ist auch geradezu unmöglich, scharfe, natürliche Grenzen für das Gebiet der Histologie zu ziehen, indem sie nach dieser und jener Seite, in die descriptive Anatomie wie in die Embryologie mannichfach sich verliert. Theoretisch freilich lässt sich für Histologie und Anatomie eine strenge Demarkationslinie stecken: die erstere habe bloss die Elementartheile zu betrachten, der Gegenstand der Untersuchung für die letztere seien die Formverhältnisse der Organe, allein da es eben und namentlich in der niedern Thierwelt viele Organe giebt, die, obschon aus mancherlei Elementen zusammengesetzt, doch wegen ihrer Kleinheit nur auf mikroskopischem Wege erkannt werden können, so darf die Histologie auch die Beschreibung solcher zusammengesetzten Werkzeuge in ihren Bereich aufnehmen, und in den folgenden Zeilen wird dieseFreiheit nicht selten in Anwendung gezogen werden.

§. 2.

Geschichtliches.

Um auch ein Wort über den Entwicklungsgang, den unsere Doktrin genommen hat, zu sagen, so bemerkt man, dass schon die alten Naturforscher und Aerzte, welche ein einlässlicheres Studium aus dem Bau des thierischen Körpers machten, histologische Vorstellungen sich erwarben. Wie hätte auch einem sorgfältigen Beobachter entgehen

können, dass bei aller Mannichfaltigkeit der Organe denn doch gewisse einfache Grundbestandtheile der Form in den verschiedenen Partien des Körpers immer wiederkehren. Sie unterschieden auch wohl gleichartige und ungleichartige Theile, manche versuchten selbst eine systematische Gruppirung der Gewebe. (Wer sich für die älteren Bearbeiter der Histologie, *Fallopia*, *Vesal* u. a. interessirt, findet die nöthigen Nachweise in dem gelehrten Werke *Heusinger's*, System der Histologie, 1822.)

§. 3.

Mit der Erfindung der Mikroskope und der dadurch erhöhten Schärfe des Gesichtssinnes waren die Hilfsmittel der Untersuchungen vermehrt worden, ja man könnte auch erst von da an (Mitte des 17. Jahrhunderts) den Beginn der Geweblehre datiren, wenigstens legt man gerne dem *Marcellus Malpighi* den Ehrennamen des Stifters der mikroskopischen Anatomie bei; auch auf den Einfluss, welchen die gleichzeitig oder etwas später thätigen Männer wie *Swammerdam Leeuwenhoeck* auf die Entwicklung der Geweblehre ausübten, wird immerfort in der Geschichte dieser Wissenschaft hingewiesen werden müssen. Selbst zahlreiche dilettirende Naturforscher des vorigen Jahrhunderts (*v. Gleichen, Ledermüller* u. a.), welche nicht gerade ernsten Problemen nachgingen, vielmehr in ihren mikroskopischen Observationen ein vortreffliches Amusement fanden und sich gar sehr freuten, zu sehen, wie auch im Kleinsten die Naturprodukte „schön gearbeitet" seien, haben viel Neues und Interessantes zu Tage gefördert.

Nachdem dergleichen Anfänge vorausgegangen waren, wurde das leitende Princip der Geweblehre zuerst von *Bichat* (geb. 1771, gest. 1802) ausgesprochen und zur allgemeinen Anerkennung gebracht. *Bichat* war sich klar bewusst, was die Histologie anzustreben hat, sein Plan ging dahin, die Gewebe, welche durch ihr Zusammentreten Organe bilden, einzeln und nach allen ihren Eigenschaften kennen zu lernen. Obwohl das von ihm aufgestellte histologische System sich nicht hat halten können, da viele von seinen vermeintlichen einfachen Geweben complicirter Natur sind, so hat sich *Bichat* doch ein ehrendes Andenken erhalten, weil er zuerst Methode in die Wissenschaft brachte und eine richtige Behandlung des Stoffes lehrte. Sein Grundgedanke, den Organismus in eine Anzahl von einfachen Geweben mit bestimmten Eigenschaften aufzulösen, durch deren Spiel die Thätigkeitsäusserungen des thierischen Körpers sich entfalten, schwebt noch jetzt den Naturforschern zwar als Ziel vor, doch wird sich jeder Kundige zu dem Geständniss bequemen müssen, dass dieser Endpunkt nie wird ganz erreichbar sein.

Die Schriftsteller zunächst in der Zeit nach *Bichat* brachten mancherlei Aenderungen an den Gewebseintheilungen auf, von denen man füglich Umgang nehmen darf; mir scheint kein wesentlicher Fortschritt in der Erkenntniss des Materiales damit verbunden zu sein;

man begnügte sich eigentlich damit, die histologischen Kunstausdrücke in andere Bezeichnungen umgeprägt zu haben. Späterhin aber, wenn wir zurückrechnen, seit ungefähr 30 Jahren, als das verbesserte Mikroskop von Neuem und zwar in consequenter Art gehandhabt wurde, und eine allgemeine Vorliebe für dergleichen Studien erwacht war, kam eine Menge von werthvollen Spezialbeobachtungen über den feineren Bau der Organe in Umlauf.

Allmählig findet man bei diesem und jenem exakten Forscher, ich nenne z. B. *Purkinje*, *Valentin*, mit grösserer oder geringerer Sicherheit darauf hingedeutet, dass die zusammengesetzteren Bildungen des thierischen Organismus aus gleichartigen Bläschen beständen oder wenigstens daraus sich herleiten, doch kam dieser hin und wieder geäusserte Gedanke wie es scheint bei den Genannten nicht zur Reife, er erhielt erst seine Realität durch *Schwann*, der im Jahre 1839 mit der Schrift: „Mikroskopische Unters. üb. d. Uebereinst. in d. Strukt. u. d. Wachsth. d. Thiere u. Pflanzen“ hervortrat, in welcher er den Nachweis lieferte, dass kernhaltige Bläschen, sog. Zellen, die Grundlage aller thierischen wie pflanzlichen Bildung seien. Hervorgehoben muss übrigens werden, dass die so vielfach gescholtene Naturphilosophie auch nach ihrer Art die Dinge zu betrachten schon lange vorher den gleichen Gedanken construirt hatte. *Oken* lässt sich in dem Programm über das Universum 1808 folgendermaassen vernehmen: „Der erste Uebergang des Unorganischen in das Organische ist die Verwandlung in ein Bläschen, das ich in meiner Zeugungstheorie Infusorium genannt habe. Thiere und Pflanzen sind durchaus nichts anders, als ein vielfach verzweigtes oder wiederholtes Bläschen, was ich auch zu seiner Zeit anatomisch beweisen werde.“ — Was *Oken* mit richtigem Vorausgefühl bestimmt hatte, wurde durch *Schwann* zur Thatsache erhoben.

§. 4.

Man lässt und mit vollem Rechte mit dem *Schwann*'schen Buche eine Neugestaltung der Histologie anheben; dieses Werk hat einen nicht geringen Enthusiasmus für dergleichen Forschungen hervorgerufen und ihr eine Schaar von Liebhabern zugeführt, die emsig bemüht sind, die Entwicklung und Eigenschaften der Gewebe beim Menschen und den Thieren aufzuhellen, und die sich zugleich angelegen sein lassen, über die sich immer mehr anhäufenden Einzelerfahrungen Herr zu werden, wenn es auch seltner gelingt, das Detail auf Sätze zurückzuführen, welche von vielen Einzelbeobachtungen als der einfachste Ausdruck gelten können. Es lässt sich daher kaum die Meinung aufdemonstriren, als wären wir, wenn es sich um allgemeine Regeln handelt, trotz aller im Detail vorgeschrittenen Erfahrung um ein Erkleckliches weiter über den *Schwann*'schen Satz hinausgekommen; unsere letzte histologische Weisheit bleibt immer noch die Erkenntniss, dass der thierische wie pflanzliche Leib aus Zellen von bestimmten

Eigenschaften sich aufbaut und dass alle späteren Bildungen Differenzirungen dieser Bläschen oder Zellen sind. Jedoch muss immerhin dankbar anerkannt werden, dass innerhalb dieses Grundschema's mehre Forscher unsere Kenntnisse und Vorstellungen über die Lehre von der Zelle überhaupt, über Beziehung der Gewebe zu einander, sowie über den Antheil, den gewisse Zellenlagen im Embryo zu den späteren Geweben kundgeben, in bedeutender Weise bereichert und geläutert haben. Nach meinem Gefühle möchte ich hier vorzugsweise *Reichert*, *Remak* und *Virchow* als die Männer bezeichnen, welche sich um die Verallgemeinerung rein histologischer Ansichten, sowie um die Entwicklung leitender Ideen auf dem Gebiete der Geweblehre das meiste Verdienst erwarben. Von *Reichert* rührt jene Eintheilung der Gewebe her, die gegenwärtig immer mehr Anhänger zählt, jene Gruppirung nämlich, welche das Bindegewebe, den Knorpel und Knochen als zusammengehörig unter der Bezeichnung Bindesubstanz begreift, gewissermaassen im Gegensatze zu den muskulösen, nervösen und zelligen Geweben. *Virchow* hat mit der Genauigkeit und Schärfe, die ihm eigen ist, die Bindesubstanzfrage in eine neue Phase gebracht, die sehr fruchtdar für unsere histologischen Gesammtanschauungen zu werden verspricht. — *Remak's* Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere haben sorgfältigere Aufschlüsse gegeben, welchen Antheil die drei Keimblätter in der Anlage des embryonalen Leibes an den Geweben und Organen haben, und namentlich bezeichnen die Mittheilungen *Remak's* über die Entwicklung der Drüsen einen wahren Wendepunkt in der Auffassung dieser Gebilde, das Bild der Drüsen hat dadurch wesentlich an Abrundung gewonnen.

An der histologischen Cultur einzelner Organe und Systeme des Menschen und der Thiere haben sich viele Forscher betheiligt, welche wir zum Theil auch sonst als die Vertreter und Pfleger der thierischen Morphologie kennen; oben an steht:

Joh. Müller (vergl. das grosse Drüsenwerk [1830], und übrigen allbekannten Arbeiten, trug auch zuerst die *Schwann*'schen Entdeckungen auf den Bau und die Formen der krankhaften Geschwülste über, ist also Begründer der pathologischen Histologie);

R. Wagner (gab 1834 in seiner vergl. Anatomie eine kurze Geweblehre, förderte unsere Kenntnisse über die Blutkörperchen, Ei und Zoospermen, in neuester Zeit namentlich die Anatomie des Nervensystemes, seine Icones physiologicae waren für die Verbreitung histologischer und physiologischer Kenntnisse äusserst wirksam);

Valentin (üb. d. Verlauf u. Enden der Nerven, 1836, Artikel „Gewebe" im H. W. B., vergleichend histologische Angaben über Wirbelthiere und die Wirbellose);

Bruns (von ihm ein sehr gutes und knapp geschriebenes Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen, 1841);

Henle (allgemeine Anatomie des menschlichen Körpers, 1841, mit naturgetreuen Abbildungen in Stahlstich, zeichnet sich durch die leichte, lebendige Darstellung aus);

Todd und *Bowman* (the physiological anatomy and physiology of man, 1845, verschiedene Artikel in der Cyclopaed. of anat. and phys. mit sehr instruktiven Figuren);

Kölliker (Geweblehre des Menschen, 1850—1854, „mit möglichst vollständiger Darstellung des feineren Baues der Organe und Systeme des Menschen“, zahlreiche, zum Theil sehr schöne Holzschnitte);

Gerlach (Handbuch der Geweblehre, 1848, 2. Aufl. 1853, empfiehlt sich durch eine bequeme, fassliche Stilisirung);

Ecker (edirt *Wagner's* Icones physiologicae in neuer selbständiger Ausgabe, die meisten Tafeln sehr geschmackvoll in der Anordnung und Ausführung der Figuren, Text bündig und doch alles Wesentliche enthaltend);

Bergmann und *Leuckart* (vergleichende Physiologie, 1852, ein Buch, in dem man eine Fülle der treffendsten Bemerkungen findet).

Ausser den Genannten haben die Arbeiten von *v. Siebold*, vergleichende Anat. d. Wirbellos., 1848, dann des zu früh verstorbenen *H. Meckels*, von *Leuckart*, *Schultze*, *Gegenbaur*, *Meissner* (nicht bloss exakte Beobachter, sondern auch sehr geschickte Zeichner), *Huxley*, *v. Hessling* u. A. auf die Ausbildung der comparativen Geweblehre sehr fördernd eingewirkt und viel Neues an's Licht gebracht.

Die ältere Litteratur ist zusammengetragen in *E. H. Weber*, Handbuch der Anatomie, und *Bendz*, Haandbog ij almindelige Anatomie, die neuere in den Jahresberichten des Archiv's f. Anat. u. Phys., Archiv f. Naturgeschichte, Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Canstatt'sche Jahresberichte.

Erster Abschnitt.

Von der Zelle und ihrer Fortbildung zu den Geweben.

§. 5.

Zergliedert man nach methodischem Verfahren den thierischen Organismus bis an die Grenzen unserer sinnlichen Wahrnehmung, so machen wir zuletzt vor kleinen und kleinsten Theilchen Halt, denen wir den Namen Formbestandtheile des Organismus beilegen. Wenn wir von Formelementen der organischen Materie reden, so bedarf es wohl kaum der Zwischenbemerkung, dass dieser Ausdruck, strenger genommen, nicht passt, Niemand wird sich einbilden, wirkliche organische Moleküle direkt beobachtet zu haben, obschon allerdings die Ersten, welche sich des Mikroskops bedienten, *Leewenhoeck* z. B., darauf ausgegangen zu sein scheinen, die „Atome" des Sichtbaren aufzufinden; wir sprechen von Formelementen der Materie nur in Bezug auf unsere jetzigen optischen Hilfsmittel. Die Ueberlegung fordert, dass dem, was wir Formelemente heissen, noch Reihen von Bildungen vorausgehen, von welchen aber unsere Mikroskope uns vorläufig nichts vor Augen rücken.

§. 6.

Noch müssen wir, ehe ein Schritt vorwärts zu machen ist, uns über die Formelemente nach einer andern Seite hin weiter verständigen.

Der Ausdruck: letzte Formbestandtheile, Formelemente kann in zweifachem Sinne angewandt werden. Die festere organische Substanz oder die geformte Materie geht „durch Verdichtung" aus dem Flüssigen oder der formlosen Materie hervor, und da dies zunächst durch Kügelchen oder Körnerbildung, auch in Krystallform geschieht, so sprechen Manche diese Körner, Kügelchen und Krystalle, welche bei ihrer Kleinheit und im Flüssigen suspendirt eine wimmelnde Bewegung, die sog. *Brown*'sche Molekularbewegung zeigen, als die ersten Formelemente an. Ich ziehe es vor, um manche Unbequemlichkeiten in der Darstellung zu vermeiden, die Bezeichnung Formelemente nur im Hinblick auf einen zusammengesetzten Organismus zu gebrauchen, also für die letzten organischen Einheiten, durch deren Zusammenfügung und Umgestaltung ein complicirter Thierkörper entsteht, mit andern Worten die sog. Zellen als die Formelemente zu betrachten.

§. 7.

Begriff der Zelle.

Was ist eine Zelle? Dergleichen kurz zu charakterisiren hält nicht minder schwer, als die Merkmale des „Thieres“, der „Pflanze“ festzustellen; wir müssen uns behelfen, etwa zu sagen: Zellen sind die kleinsten organischen Körper, welche eine wirksame Mitte besitzen, die alle Theile auf sich selber und ihr Bedürfniss beziehet. Andere erklären die Zellen für Bläschen, welche wachsen und sich vermehren können, doch lässt sich dieser Definition entgegenhalten, dass nicht alle Zellen blasiger Natur sind, nicht immer ist eine vom Inhalte ablösbare Membran zu unterscheiden.

Zum morphologischen Begriff einer Zelle gehört eine mehr oder minder weiche Substanz, ursprünglich der Kugelgestalt sich nähernd, die einen centralen Körper einschliesst, welcher Kern *(Nucleus)* heisst. Die Zellsubstanz erhärtet häufig zu einer mehr oder weniger selbstständigen Grenzschicht oder Membran und alsdann gliedert sich die Zelle nach den Bezeichnungen der Schule in Membran, Inhalt und Kern.

§. 8.

Zellengenese.

Von grosser Bedeutung ist die Frage nach der Entstehung der Zelle, denn wie man schon im gewöhnlichen Leben einen gewissen Maassstab für die Beurtheilung eines Dinges an die Hand erhalten zu haben glaubt, wenn man die Herkunft desselben kennt, so ist man auch in den Naturwissenschaften seit Langem bestrebt, die Art und Weise der Entstehung des sichtbaren Organischen in Erfahrung zu bringen. Es hat aber die Frage nach der Genese der Zellen ganz ähnliche Stadien der Beantwortung durchlaufen, wie das Forschen nach dem Ursprung der Thiere überhaupt. In früherer Zeit hielt man wie bekannt für ganz natürlich, dass verschiedene niedere Thierformen unmittelbar aus dem Schlamme und anderen modrigen Stoffen (die Wissenschaft wählte dafür den Ausdruck „primitiver, thierischer Urstoff“), ohne Eltern, durch sog. Urzeugung (*generatio aequivoca*) hervorgehen können. Genauere Nachforschungen und bessere Hilfsmittel der Untersuchung deckten später auf, dass eine mutterlose Zeugung bei niedrigen Thieren so wenig existire, als bezüglich der höhren Geschöpfe je eine derartige Meinung aufgekommen war. Gerade so verhält es sich mit der Entstehung der Zelle. Woher und wie die erste Zelle ihren Ursprung nahm, kann so wenig durch die Naturforschung ausgemittelt werden, als woher der erste Mensch stammt; gleich wie wir aber sehen, dass in der aktuellen Schöpfung die Menschen nur durch Fortpflanzung da sind, so kommt auch jede Zelle immer nur von einer anderen, eine Urzeugung (*generatio aequivoca*) der Zellen lässt sich nicht nachweisen, die Beobachtung kennt nur eine Vermehrung der Zellen von sich aus und es dürfte dem Satz *omnis cellula e cellula* dieselbe Gültigkeit zugesprochen werden, als dem *omne vivum e vivo.*



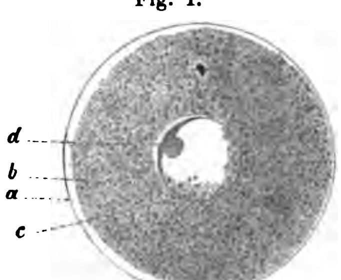
Man hatte früher nach dem Vorgang von *Raspail* und *Schwann* die Zellen gerne mit Krystallen verglichen und diese eine Weile sehr beliebte Parallelisirung begünstigte ganz besonders die Annahme von einer freien oder mutterlosen Entstehung der Zellen, man dachte sich, dass die Zellen, wie die Krystalle, in Flüssigkeiten sich absetzen. Die Substanz, aus der die Zellen gewissermaassen herauskrystallisiren sollten, nannte man *Cytoblastem* und unterschied dann eine extracelluläre Entstehung der Zellen, die frei im Cytoblastem erfolge, und eine intracelluläre oder auch endogene genannt, die von bereits fertigen Zellen ausginge. Erst nach und nach wurde man inne, dass die Vorstellung von einer freien oder mutterlosen Zellengenese, abgesehen davon, dass sie nie direkt wahrgenommen worden war, bedeutende theoretische Schwierigkeiten hatte, und in Kurzem dürfte wohl die Annahme von der extracellulären Entstehung der Zellen zu den antiquirten Meinungen gestellt werden. (Vergl. die gute kritische Darstellung über die Zellentheorie in *Remak's* Werk: Untersuchungen üb. d. Entwicklung der Wirbelthiere S. 164, *Virchow*, Beitr. z. speciell. Path. u. Therapie.) Um noch einmal auf den Vergleich der Zellen mit Krystallen zurückzukommen, so erblickt man gegenwärtig weit grössere Unterschiede als Uebereinstimmendes zwischen den beiden Bildungen. Von besonderer Wichtigkeit in dieser Sache war die Entdeckung *Reichert's* (1849), dass auch eiweissartige Substanzen die Krystallform annehmen können.

§. 9.

Die Eizelle.

Da wir eine freie Zellenbildung in Abrede stellen, so muss unser Ausgangspunkt die Keimzelle oder das Ei sein, welches selbst wieder eine Zeit lang einen Theil des mütterlichen Bodens ausmachte. Das Ei zeigt sich uns als rundliches Bläschen, mit einem protein- und fettreichen Inhalt und enthält ein zweites Bläschen mit innerem Kern eingeschachtelt. Man unterscheidet demnach an ihm die Wand oder die Zellenmembran, den Inhalt oder Dotter, das eingeschlossene Bläschen repräsentirt den Zellenkern (*Nucleus*) und der Kern im letzteren heisst Kernkörperchen oder *Nucleolus*.

Fig. 1.



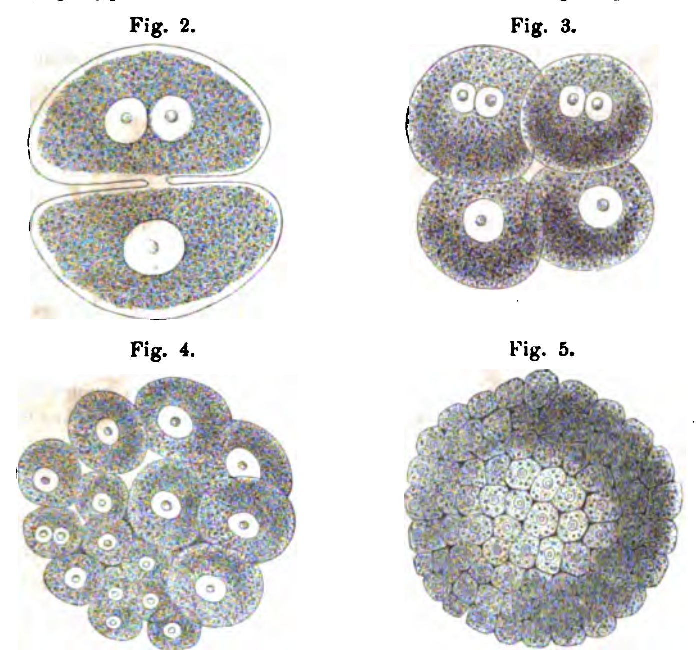
Eizelle.
a Membran, b Inhalt, c Kern, d Kernkörperchen. (Starke Vergr.)

§. 10.

Zellenvermehrung durch Theilung.

Der Eizelle inhärirt das Vermögen sich zu vermehren, d. h. eine Brut neuer Zellen hervorzubringen. Diess geschieht durch den sogenannten Furchungsprocess, der als der äussere Ausdruck der Zellenproduktion des Eies zu betrachten ist. Er beginnt damit, dass der Kern der Eizelle (das Keimbläschen) sich theilt, worauf um die so ent-

standenen zwei Kerne der Dotter sich zu zwei Kugelhaufen (Furchungskugeln) gruppirt. Indem der Kern der Furchungskugeln dieselbe



Mehre Furchungsstadien, die Vermehrung der Zellen durch Theilung versinnlichend. (Starke Vergr.)

Theilung wiederholt und die Umhüllung das Beispiel des Kerns nachahmt, entstehen neue Furchungskugeln und durch solch fortgesetzte Theilung des Keimbläschens und steter Umhüllung der Abkömmlinge des Keimbläschens mit Dotterkörnern wird die ursprüngliche Eizelle in eine Generation zahlreicher neuer Zellen zerlegt, für welche man den Namen Furchungskugeln eingeführt hat, weil erst nach und nach der helle Rand derselben zu einer membranösen Hülle erhärtet und die Furchungskugel so zur Furchungszelle wird. Dass die Grenze der Furchungskugel nach aussen zur Membran erstarrt oder erhärtet, erfolgt nach demselben Princip, als überhaupt die Grenzen der organischen Substanz gewissermassen entfernter von dem centralen Lebensheerde, und daher in höherem Grade von der Aussenwelt beeinflusst, hart wird, man könnte sagen, abstirbt.

Es liegt nicht in meinem Plane, die Modifikationen, welche der Furchungsprozess in den Thierreihen erfährt, aus einander zu setzen, nur mag erwähnt sein, dass er entweder ein sog. totaler ist, wobei der gesammte Inhalt der Eizelle zu Embryonalzellen umgewandelt wird, so bei Säugethieren, Batrachiern, den meisten Wirbellosen, oder er ist ein partialer, d. h. nur ein bestimmter Theil des Dotters kann sich zu Embryonalzellen gestalten, dies ist der Fall bei den Vögeln,

Reptilien, den meisten Fischen (nicht bei *Petromyzon*, wo nach *Ecker* und *Schultze* eine totale Furchung Statt hat), bei vielen Wirbellosen, den Cephalopoden, Crustaceen, Arachniden, Insekten. Man fühlt sich daher im Hinblick auf die partiale Furchung genöthigt, mit *Reichert* den Inhalt des Eies zu scheiden in einen solchen, der unmittelbar zum Embryo wird, Bildungsdotter, während die übrige Inhaltsportion Nahrungsdotter heisst. *Remak* nennt die Geschöpfe mit totaler Furchung holoblastische Thiere, mit partialer meroblastische.

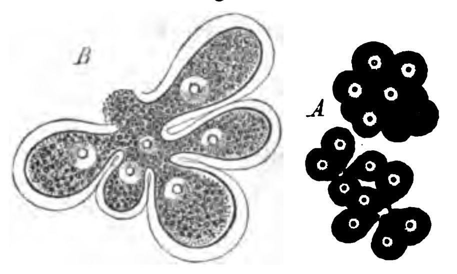
Es schien bis vor Kurzem durch die ganze Thierwelt Regel zu sein, dass der Kern der Eizelle, das sog. Keimbläschen, vor der Furchung schwinde. *Joh. Müller* hat zuerst an *Entoconcha mirabilis* (üb. d. Erzeugung v. Schnecken in Holothurien) die Betheiligung des Keimbläschens an der Bildung der Kerne der Furchungskugeln wahrgenommen; ähnliche bestätigende Beobachtungen hat *Gegenbaur* beim Furchungsprozess der *Oceania armata* (zur Lehre v. Generationswechsel u. d. Fortpflanzung d. Medus. u. Polyp.), sowie ich selber an den Eiern von *Notommata Sieboldii* (üb. d. Bau u. d. systemat. Stellung d. Räderthiere) gemacht. *Remak's* Wahrnehmungen am Froschei sind diesen Angaben nicht gerade entgegen, wenn auch seine Auffassung anders lautet, worüber das citirte Werk nachzusehen ist.

§. 11.

Zellenvermehrung durch Knospenbildung.

Das Ei steht, wie aus dem Vorhergegangenen erhellt, zu den Furchungszellen im Verhältniss der Mutterzelle zu den Tochterzellen und indem nun letztere fort und fort durch Theilung sich vermehren, in bestimmter Weise sich zusammenordnen, alsdann durch

Fig. 6.



Vermehrung der Zellen durch Sprossenbildung.
A Eiertrauben von Gordius (nach *Meissner*).
B Eibildung von Venus decussata. (Starke Vergr.)

fernere Umwandlung ihrer Gestalt und ihres Inhaltes zu den Geweben sich metamorphosiren, bauen sie die Organe und den Gesammtorganismus auf. Eine Modifikation der Zellenvermehrung durch Theilung, hat man neuerdings (durch *Meissner*) in der Knospenbildung oder Gemmification der Zellen erkannt, die abermals vom Kern ausgeht. In der sich zur Bruterzeugung anschickenden Zelle entsteht durch Theilung des Kerns eine Anzahl neuer Kerne, sich an die Zellwand anlegend, und diese allmählig, jeder für sich hervordrängend. So entstehen knopfförmige Erhöhungen, die sich zu rundlichen Abtheilungen der Mutterzellen ausbilden und als Tochterzellen durch eine Einschnürung sich von ihr absetzen. Die Verbindung mit

der Mutterzelle wird nach und nach stielförmig ausgezogen, bis zuletzt der Sprössling von dem mütterlichen Boden sich ablöst.

Man hatte bisher noch eine *endogene Zellenbildung* aufgestellt, welche darauf beruhen sollte, dass der Zelleninhalt ohne Theilnahme der Zellenmembran sich theilt, es demnach scheine, als ob die neuen Zellen oder richtiger Inhaltsportionen der Zelle von einer gemeinschaftlichen Membran umhüllt wären. *Remak* verwirft diese sog. endogene Zellenbildung als einen Irrthum. Nach ihm weisen dergleichen von gemeinschaftlicher Membran umhüllten Zellen ein Leichenphänomen auf, insofern die Membran, welche schon entsprechend den Inhaltsportionen abgeschnürt war, sich wieder erhoben und den Inhalt in Portionen abgeschnürt zurückgelassen hat.

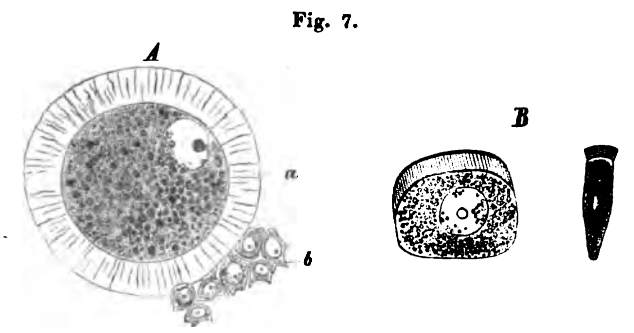
§. 12.

Die aus der Furchung hervorgegangenen Zellen haben die wesentlichen Eigenschaften der Eizelle; sie stellen abermals Bläschen dar, bestehend aus einer zarten Membran, einem aus Eiweiss und Fett gebildeten Inhalt und einem meist blasigen Kern mit einem oder mehreren Kernkörperchen, von jetzt ab tritt eine Differenzirung der einzelnen Zellen, sowie ihrer sie zusammensetzenden Theile ein. Doch sei vorher noch Einiges über die feinere Beschaffenheit der Zelle, sowie über ihre Lebenserscheinungen angedeutet. Die Zellenmembran wird gemeinhin homogen genannt, doch müssen in ihr a priori wegen der stattfindenden endosmotischen Strömungen feine Porenkanäle angenommen werden. Die Anwesenheit der letzteren als ein allgemeines Vorkommniss ist mir um so wahrscheinlicher, da an grossen Eizellen die Porenkanäle in neuester Zeit erkannt worden sind, und doch, in dieser Angelegenheit wenigstens, die Grösse weder bei unorganisirten noch organischen Körpern einen wesentlichen Unterschied begründet. Der kleinste Bergkrystall z. B., welcher mit freiem Auge nicht mehr gesehen werden kann, ist in seiner Wesenheit nicht verschieden von einem mehrere Fuss grossen, eben so wenig die winzig kleine den hundertsten bis zweihundertsten Theil einer Linie messende Zelle, und eine dem freien Auge wohl sichtbare Eizelle!

Porenkanäle in der Wand der Zelle.

Obendrein habe ich zu bemerken, dass es mir scheint, als ob man selbst schon mit den besseren unserer jetzigen Mikroskope an gar manchen Zellen die Poren der Membran gewahren könne. Die Epidermiszellen z. B. von *Emys europaea* und anderen Reptilien boten mir eine so dichte, feine und dabei eigenthümliche Punktirung, dass man den Gedanken an sichtbare Porenkanäle wohl in sich aufkommen lassen kann. Späteren Erörterungen vorgreifend, sei gleich erwähnt, dass, wenn die Zellen ihre Wand einseitig oder rings herum durch Ausscheidungen bestimmter Substanzen verdickt haben, die Porenkanäle in dergleichen verdickten Partien kenntlicher werden. So hat z. B. *Funke* in den Cylinderepithelien des Darmes der Wirbelthiere (Kaninchen) an dem hellen Grenzsaum, welcher dem Darmlumen zugekehrt ist, Porenkanäle entdeckt. Aehnliches sehe ich in dem Darm mancher Raupen (s. unten); noch auffälliger werden die Porenkanäle, wie schon gesagt,

Fig. 7.



Zellen mit ganz oder theilweise verdickter Wand und Porenkanälen.

A Eierstocksei vom Maulwurf: a die Dotterhaut mit den Porenkanälen (b von den Zellen des Discus proligerus).

B Epithelzellen aus dem Darm mit einseitig verdickter Wand und Porenkanälen in derselben. (Starke Vergr.)

an den Eizellen mit verdickter Wand, so bei vielen Fischen, in der *Zona pellucida* des Säugethiereies, des Holothurieneies, vieler Insekteneier etc.

Die gleiche Erscheinung der Porenkanäle dürfte mit der Zeit auch an der Wand des Kerns nachweisbar werden. Ich sehe wenigstens an den Kernen der riesigen gelbkörnigen Zellen, welche zwischen die gewöhnlichen Lappen des Fettkörpers bei Phryganea grandis u. a. eingebettet sind, eine eigene Strichelung und Punktirung, die ich auf die Anwesenheit von Porenkanälen auslegen möchte.

Kernkörperchen.

Das Kernkörperchen (*Nucleolus*) ist kein constanter Theil der Zellen. In mehreren Fällen, wie z. B. an den Kernen der Linsenfasern des Frosches, am Ei der Ratte, Ganglienkugeln der Blutegel, Ei von *Synapta* habe ich mich überzeugt, dass dieses Gebilde nur eine verdickte Partie der Wand, ein Vorsprung derselben nach innen ist, es scheint nach Verflüssigung des übrigen Kerninhaltes sich abzuzeichnen, macht sich häufig auch erst bemerklich in späteren Lebensperioden der Zelle.

§. 13.

Lebensäusserungen der Zelle.

Will man von den Lebenserscheinungen der noch indifferenten Zellen reden, so ist man gezwungen, nach denselben Ausdrücken zu greifen, welche schon die früheren Autoren (wie *Brown, Reil* u. a.) zu Hülfe rufen, wenn sie die höchsten oder letzten Phänomene der organischen Materie bezeichnen wollten. Dem zufolge müssen auch wir die Erregbarkeit (*incitabilitas*) als die gewissermaassen primitive Lebenseigenschaft der thierischen Zelle ansprechen. Sie ist, in der Sprache der Genannten zu reden, „Grund aller vitalen Aktion.“ Von ihr lassen sich abzweigen: 1) Sensibilität und Irritabilität, Empfindung und Bewegung, oder die sog. animalen Lebenserscheinungen, und 2) die Erscheinungen des Stoffwechsels, des Wachsthumes und der Vermehrung, welche man gemeinhin die vegetativen Thätigkeiten nennt. Da die

Zellen eine gewisse Gliederung ihres Baues haben, so liegt es nahe, die angedeuteten Thätigkeitsäusserungen innerhalb des Zellenorganismus localisirt zu wissen. Doch ist Niemand im Stande, hierüber etwas Sicheres auszusagen, nur scheint vielleicht so viel aus den Beobachtungen hervorzugehen, dass der Inhalt der Zellen von höherer Dignität ist als die Membran, und dass besonders nur der Zelleninhalt das Substrat für die irritablen und sensiblen Prozesse bieten könnte. Bezüglich des Kernes weiset Manches darauf hin, dass derselbe mit der Fortpflanzung der Zellen, mag sie durch Theilung oder Knospenbildung erfolgen, in Beziehung stehe.

Am Dotter verschiedener Thiere hat man merkwürdige Bewegungen an der hellen Substanz, welche die Dotterkörner und Kugeln zusammenhält, wahrgenommen; die Bewegungen erinnerten an die Contractionen der Amöben. *Dujardin* beschrieb sie von den Eiern einer *Limax*, *Ecker* vom Froschei, *Remak* sah sie auch an den Dotterkugeln des Hühnereies, ich selber kenne sie vom Ei des *Pristiurus*, wo sie mir allerdings den Eindruck eines vitalen Vorganges machten, auch *Ecker* fasst die Sache so auf, *Remak* hingegen lässt die Bewegungen von eindringendem Wasser abhängen. Gelingt es, festzustellen, dass diese Contractionen kein physikalisches, von molekulären Strömungen bedingtes Phänomen sind, sondern eine Lebenserscheinung, so hätte man ein sinnenfälliges Beispiel von der Irritabilität des Inhaltes der primären Zellen.

§. 14.

Einzellige Thiere.

Erwähnenswerth ist, dass die kleinen homologen Theile oder Zellen, welche den Thierkörper bilden, innerhalb gewisser Abtheilungen des Thierreiches besimmte Grössendifferenzen einhalten. Man weiss, dass unter den Wirbelthieren bei den Vögeln und Säugern im Allgemeinen die Zellen und deren Derivate kleiner sind, als bei Fischen und nackten Reptilien, und unter letzteren überragen wieder die zelligen Theile des Landsalamanders und des Proteus die aller übrigen Wirbelthiere; doch ist zuzugestehen, dass eine strenge Durchführung dieses Satzes nicht wohl möglich ist, denn die Ganglienkugeln des Proteus z. B. scheinen mir kaum grösser als die des Frosches zu sein. In den Gruppen der Wirbellosen dürfte es bei den Arthropoden an vielen Stellen (Darm der Insekten, Serikterien, Harngefässe etc.) grössere Zellen geben, als bei Mollusken, Würmern etc., obschon auch hier bestimmte Organe (man denke z. B. an die grossen Ganglienkugeln im Gehirn und die langen Cylinderzellen im Darm der Gasteropoden) sehr umfangreiche Elementargebilde haben. Immerhin mag man an dergleichen Grössenverhältnisse der Elementartheile sich desshalb erinnern, als bei den sog. Protozoen oder Infusorien die den Zellen homologen Theilchen meist so ausserordentlich klein zu bleiben scheinen, dass man herkömmlich, und, wie mir dünkt, irrthümlich deren Körpersubstanz als eine gleichartige, homogene Masse ansieht. Bei dieser Betrachtung möchte ich geflissentlich etwas verweilen. Gleich nach dem Bekanntwerden der *Schwann*'schen Entdeckungen sprach sich *Meyen* (Müll. Arch. 1839) dahin aus: die Infusionsthierchen,

welche, weil die kleinsten als die niedrigsten Thierformen angesehen werden, seien einzellige Geschöpfe im Gegensatz zu den übrigen Thieren, die allein Zellencomplexe oder Aggregate mehrer zu einem Ganzen zusammenwirkender Zellen repräsentirten. *v. Siebold, Kölliker* u. A. haben sich zu derselben Meinung erklärt. Es kann zugegeben werden, dass bei manchen der kleinsten Formen, Monaden z. B., selbst noch von grösseren, z. B. von *Polytoma, Difflugia, Enchelys* (vergl. die genauen Abbildungen, welche *A. Schneider* in Müller's Arch. 1854 darüber veröffentlicht hat) eine derartige Behauptung auf einer gewissen Basis ruht, was aber die complicirteren Formen anlangt, so müsste man im Bestreben, an ihnen einzellige Thiere zu erblicken, nach dem richtigen Vergleich vom *Oskar Schmidt*, den Begriff der Zelle in ähnlicher Weise erweitern, und ich möchte hinzusetzen, verschieben, wie diess die naturphilosophische Schule mit dem Wirbel gethan hat. Dergleichen Meinungen wurzeln auch nur in unzulänglichen Beobachtungen. Mag *Ehrenberg* im Einzelnen mehrfach geirrt haben, sein Grundgedanke, dass den Infusionsthieren ein differenzirter Organismus zukomme, wird durch neuere Untersuchungen immer mehr bestätigt. Bei den grösseren Arten lässt sich unter gehöriger Vergrösserung auch von histologischer Differenzirung reden. Prüfe ich z. B. umfänglichere Thiere von der Gattung *Vorticella*, *Epistylis* u. a., bei 780maliger Vergrösserung (*Kellner*, Syst. 3. O. II.), so ist unterhalb einer deutlichen, häufig quergestrichelten *Cuticula*, welche Zeichnung nicht etwa von Falten herrührt, sondern im ausgestreckten Zustande des Thieres gesehen wird, die Leibessubstanz keineswegs eine gleichartig-gallertige Masse, sondern verhält sich, wenn schon im verkleinerten Maassstab, wie die Substanz unterhalb der *Cuticula* der Rotatorien, der Entomostraken oder zarter Insektenlarven. Man unterscheidet nämlich sehr wohl rundliche Körner, in Essigsäure schärfer werdend, die ganz vom Habitus der *Nuclei* in einer gewissen Regelmässigkeit in eine helle, weiche Substanz gelagert sind. Bei den Rotatorien, Insektenlarven etc., ist das Bild häufig gerade so, nur dass die *Nuclei* grösser sind, und eben desshalb deutlicher wird, wie zu jedem Kern ein gewisser Bezirk der jetzt gleichmässigen Substanz ursprünglich als Zellenterritorium gehört haben mag. Die Mittheilungen ferner, welche *Max Schultze* von der Beschaffenheit der Rhyzopoden giebt, sind gar nicht darnach angethan, um nicht einmal für diese Thiere eine rein homogene Substanz als Körperconstituens anzunehmen: es finden sich in der feinkörnigen Grundmasse viele, auch wieder Bläschen einschliessende Kerne. Und ferner, es kommen, worauf *O. Schmidt*, der sich immer gegen die „Einzelligkeit" gestemmt hat, aufmerksam machte, in der Haut einiger Infusorien (*Paramaecium*, *Bursaria*, *P. aurelia*, *P. caudatum*, *Bursaria leucas*) die nämlichen stabförmigen Körper vor, welche man bei höheren Gruppen als Inhalt der Hautzellen kennt. *Lachmann* u. *Clarapède* haben ähnliche, nur weit dickere Körperchen,

„welche den Nesselorganen der Campanularien täuschend ähnlich sehen“, in einem wahrscheinlich zu den Acinetinen zu rechnenden Thier gefunden, je zwei bis neun dieser Körperchen waren von einer eignen rundlichen Blase (Zelle?) umschlossen. *Allmann* will auch aus den spindelförmigen Stäbchen der genannten Infusorien Nesselfäden hervortreten gesehen haben. Dass in *Opalina ranarum* nach Anwendung von Reagentien zahlreiche Kerne sichtbar werden, davon wollen wir Umgang nehmen, da die Stellung dieses Geschöpfes unter den Infusorien etwas zweifelhaft geworden (von besonders schönzelligem Bau erscheint mir die helle Randzone an der *Opalina* aus dem Mastdarm des *Bombinator igneus*), doch sei noch an einiges Andere erinnert. Der sog. Kern der Infusorien ist, wie schon mehrere Forscher sahen, und ich am spiraligen Kern der Vorticellinen ebenfalls wahrnehme, nicht ein durchaus homogener Körper, sondern wenn er aus dem verletzten lebenden Thier herausgetreten, bemerkt man an ihm deutlich eine helle, ziemlich weit abstehende Schale und einen granulären Kern. Ferner weicht, was mir ein triftiger Grund scheint, die „contractile Substanz“ im Stiel der Vorticellinen auch gar nicht von den Muskeln ganz niederer Wirbellosen ab. Man wähle zur Beobachtung grosse Arten, gute Vergrösserung und man wird finden, dass dieser Muskel dieselben Sonderungen kund giebt, wie die Muskeln vieler Rotatorien, Turbellarien etc., mit anderen Worten, der Muskel zeigt, wo er einige Dicke hat, eine zarte Hülle, das sog. Sarcolemma, und innen die contractile Substanz, letztere (im expandirten Zustande!) mit derselben eigenen Querzeichnung, als ob sie aus quer ineinander geschobenen Keilen (den primitiven Fleischtheilchen) bestehe; gegen das Thier zu, wo der Muskel an Dicke abnimmt, wird er, entsprechend der Verringerung seines Dickendurchmessers, mehr homogen. Auch in der Lichtbrechung, in der Art wie er sich bröckelt, giebt sich der Stielmuskel der Vorticellinen ganz wie die gleichgebildeten Muskeln anderer Evertebraten.

Schon nach diesen fragmentaren Ergebnissen der Untersuchung möchte ich daran halten, dass auch bei den Infusorien kleinste organische Einheiten oder Aequivalente der Zellen zur Bildung des Thieres zusammenwirken, aber bei der äusersten Kleinheit dieser Theile versagen uns vorläufig die gegenwärtigen optischen Instrumente die Mittel, ihren weiteren Eigenschaften nachzugehen.

Die Mehrzahl der Forscher, welche sich neuerdings mit dem Studium der Infusionsthiere befassen, z. B. *Stein* (d. Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. untersucht), *Cohn* (Zeitschr. f. w. Zool.), *Perty*, *Clarapède* (üb. Actinophrys Eichhornii, Müll. Arch. 1854), *Lachmann* (de Infusoriorum, imprimis vorticellinorum structura, 1855, übersetzt und mit wichtigen Zusätzen in Müll. Arch. 1856), wollen nicht viel von der Einzelligkeit der Infusorien wissen oder bekämpfen sie geradezu; doch hat sich neuerdings wieder *Auerbach* zu Gunsten „der Einzelligkeit der Amöben“ bekannt (Zeitschr. f. w. Z. 1855). — Bei *Lachmann* erfährt man auch,

dass übrigens Joh. Müller in s. Vorträgen über vergl. Anatomie schon seit Jahren gegen die vermeintliche Analogie eines Infusoriums mit einer Zelle sich ausgesprochen hat. Noch am ehesten könnten die *Gregarinen*, die mir freilich nur unentwickelte Thierformen zu sein scheinen, für die Stütze der in Frage stehenden Ansicht angerufen werden. Doch verwirft Stein mit verschiedenen Gründen auch diese Meinung.

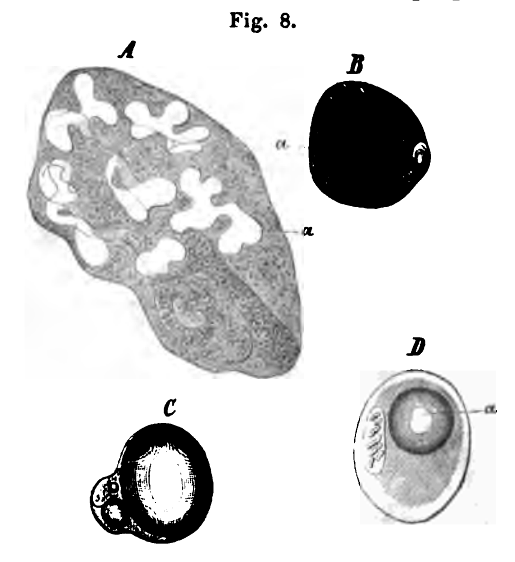
Nach diesem Exkursus, der, indem er Manches anticipirte, auf den Gang unserer Betrachtungen etwas störend eingewirkt haben mag, lenken wir wieder zu der Zelle und ihren Metamorphosen ein.

§. 15.

Metamorphosen der Zelle.

Es legt jede Zelle ein eigenthümliches, man könnte sagen, individuelles Leben an den Tag, in Folge dessen die ursprünglich (nach der Furchung) von gleichartigem Charakter gewesenen Zellen, gewisse Veränderungen ihrer Gestalt und ihres Inhaltes durchmachen. Sie erfahren Metamorphosen, die selbst mit dem Aufgeben der selbstständigen Form der Zelle endigen können. Um nun einzelne dieser Veränderungen aufzuführen, so kann sich die kuglige Zelle abplatten,

Fig. 8.



Zur Zellenmetamorphose.

A Zelle aus den Serikterien der Raupe von Saturnia carpini mit vielfach verästeltem Kern a.

B Zelle aus dem Tapetum von einem Hai (Spinax) mit krystallinischem Inhalt a.

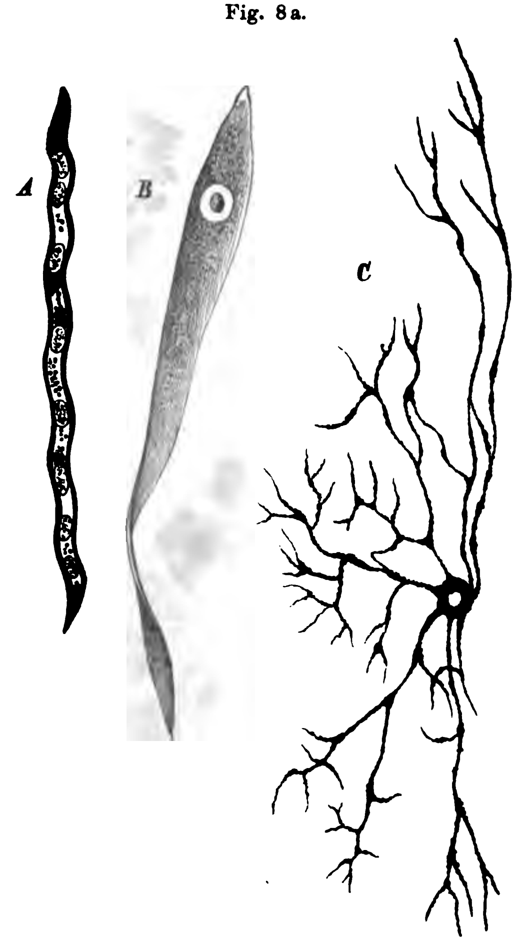
C Fettzelle von einem Weissfisch.

D Fettzelle vom Fischegel (Piscicola): a der Fetttropfen.

kegelförmig werden, nach den verschiedensten Richtungen auswachsen, auch der Kern kann aus seiner rundlichen Form in das Ovale und Stabförmige übergehen, in seltenen Fällen sich verästeln, (bei Insekten in den Sekretionszellen der Speicheldrüsen oder Spinngefässe, in den Malpighischen Gefässen gewisser Schmetterlinge; ist bis jetzt das

einzige Beispiel, dass der Kern in eine complicirte Form übergeht, während die Zellenmembran in einfacher Gestalt verbleibt); der **Kern** kann sich ferner vermehren, ohne dass die Zelle sich theilt, sondern eben dadurch zu einer vielkernigen Zelle wird (Muskelzellen, gewisse Zellen im Knochenmark). Im *Nucleolus* treten zuweilen kleine Hohlräume auf (Keimflecke vieler Wirbellosen). Seltner wird das Kernkörperchen länglich; ich habe dergleichen beschrieben aus den Epidermiszellen der *Cobitis barbatula*; *Remak* bildet welche ab von den grossen Randzellen des Hornblattes in dem sich entwickelten Hühnchen a. a. O., Taf. I. Fig. 14.; endlich haben diese Formen auch die *Nucleoli* in den Kernen der Linsenfasern beim Frosch. Der **Zelleninhalt** wandelt sich manchfaltig um in Nervensubstanz, in contractile

Fig. 8a.



Zur Zellenmetamorphose.

A Muskelzelle aus der Stammmuskulatur eines Haiembryo (Spinax acanthias).
B Zelle aus der Linse desselben Thieres.
C Stark verästelte Pigmentzelle aus dem Eierstock von Piscicola. (Starke Vergr.)

Materie, in Farbstoffe: Hämatin, Sepia, körniges Pigment, Chlorophyll (bei *Hydra*, unter den Turbellarien bei *Vortex viridis*, *Convoluta Schultzii*, *Bonellia*, unter den Infusorien bei *Euglena*, *Loxodes*, *Stentor*), in Fette, Concretionen verschiedener Art, auch die phosphorescirende Materie der Leuchtkäfer ist, wie ich an *Lampyris* sehe, deutlicher Zelleninhalt.

Nimmt man auf die körperlichen Theile des Zelleninhaltes Rücksicht, so kann er einfach körnig sein, oder es sind krystallinische Bildungen (z. B. die Flitterchen des Metallglanzes bei niederen Wirbelthieren); häufig umschliesst der Inhalt auch grössere Bläschen, so die Eiweissbläschen im Dotter der Vögel, Selachier, auch die Fettbläschen, Chlorophyllkügelchen sind hieher zu ziehen.

Eine merkwürdige Erscheinung bei der Umwandlung des Zelleninhaltes ist, dass häufig die Bildung gewisser Sekrete in eigenen, innerhalb der Zelle liegenden Bläschen, den „Sekretbläschen" erfolgt. So die Harnsäure bei Mollusken, Bilin bei Mollusken und Krebsen, wie zuerst durch *H. Meckel* bekannt geworden ist, ich finde denselben Vorgang in den Schleimzellen der Epidermis vieler Fische, in den Speicheldrüsen von *Limax* und a. a. O.

Eine sehr eingreifende Metamorphose ist ferner, dass die Zellen Substanzen von mancherlei chemischer Qualität, celluloschaltige, leim-, chondrin-, chitinhaltige nach aussen absetzen. Die Abscheidung erfolgt in dem einen Falle in so geringer Menge, dass lediglich die früher überaus zarte Zellenmembran jetzt etwas verdickt wird und sich gegen Reagentien resistenter zeigt, oder es ist an andern Orten die abgeschiedene Substanz in so geringer Menge zwischen den Zellen vorhanden, dass sie für die gewöhnliche Beobachtung kaum nachweisbar ist und nur gleichsam zum Verkleben der Zellen unter einander dient, andrerseits aber wird zwischen die Zellen ein Stoff in so reichem Maasse ausgeschieden, dass die zelligen Theile weiter, ja selbst sehr weit auseinander zu liegen kommen. Eine solche Zwischenmaterie wird gewöhnlich als Intercellularsubstanz bezeichnet und durch die Mächtigkeit ihrer Masse wird sie für die Construction des Organismus von Wichtigkeit.

Endlich bei jenen Metamorphosen, welche die Individualität der Zelle gefährden, auch wohl ganz vernichten, verwachsen die Zellen zu fasrigen und netzförmigen Zügen, oder schmelzen zur Darstellung von Hohlräumen zusammen, was bei der Bildung der Blut- und Lymphgefässe, der Tracheen, der Höhlen und Räume im Knorpel, Knochen etc. geschieht, vielleicht verwachsen auch abgeplattete Zellen mit ihren Rändern, um dünne Häute zu erzeugen (das Epithel im Herzen?)

§. 16.

Gewebe. Das Ziel der Zellenmetamorphosen ist die Erzeugung der Gewebe, worunter man die grösseren Massen begreift, zu welchen sich bestimmter Functionen halber die Zellen und Zellengebilde vereinigt haben.

Ehe ich daran gehe, die Gewebe zu gruppiren, glaube ich die Bemerkung vorausschicken zu dürfen, dass alles Systematisiren mit etwas Willkührlichkeit behaftet ist. Jeder wird nach seiner Art zu denken und nach seinen individuellen Forderungen diesen oder jenen Gesichtspunkt wählen und darnach die Dinge zusammenstellen. Die Aufmerksamkeit des Einen lenkt sich mehr auf die Differenzpunkte, der Andere fasst lieber die Aehnlichkeiten ins Auge und so trennt der Eine da und macht viele Abtheilungen, wo der Andere nur wenige Gruppen gelten lässt. Was nun speziell die Classifizirung der Gewebe betrifft, so däucht mir, dass eine solche kaum mit Consequenz sich auf die Form der Theile stützen lässt; man ist z. B. nicht im Stande, die letzten fein gewordenen Netze der Nervenfasern etwa in der Hornhaut der Wirbelthiere von den anastomosirenden Hornhautkörpern, isolirt gedacht, wegzukennen, und nur ihr Zusammenhang mit den unverkennbaren Nerven giebt den Entscheid; ebenso wenig vermöchte man nach der Form allein gewisse verlängerte Epithelzellen von glatten Muskelfasern auseinander zu halten u. dgl.. Ich nehme desshalb die physiologischen Beziehungen der Elementartheile zur Richtschnur, indem ich mir nach folgendem Schema die Gewebe zurechtlege.

§. 17.

Es besteht einem guten Theile nach der menschliche und thierische Leib aus einem Gewebe, welches, den ganzen Körper und seine Organe stützend, das Gerippe für den Körper im Grossen, wie für die einzelnen Organe abgiebt. Diese Substanz erzeugt das Skelet der Wirbelthiere, sowie bei Wirbellosen die ein Skelet vertretenden Massen; sie bildet die Grundlage aller Häute, das Gestell der Drüsen und, durch den ganzen Körper im Continuitätsverhältniss stehend, verleiht sie ihm Halt und Zusammenhang. Diese erste Gruppe umfasst die Gewebe der Bindesubstanz. Man kann ihr vom physiologischen Gesichtspunkte aus einen gewissermaassen indifferenten Charakter beilegen, da sie nur zur Stütze für andere mehr spezifische Gewebe dient, ja letztere öfters in die weicheren Formen der Bindesubstanz, wenn ich mich so ausdrücken darf, eingeleimt sind.

Eine zweite Gruppe von Geweben scheint sich hauptsächlich an den Hergängen der Absorption und Sekretion zu betheiligen. Wir können uns deren Zellen wie kleine chemische Werkstätten vorstellen, die Stoffe aufnehmen, umwandeln und abgeben. Hieher gehören die Epithelialgebilde und die Drüsenzellen: Gewebe der selbständig gebliebenen Zellen.

Die dritte Gruppe der Gewebe giebt die Unterlage für die Empfindung, wie für die seelischen Thätigkeiten: das Nervengewebe.

Endlich viertens wird durch das Muskelgewebe die Bewegung vermittelt.

Die Bindesubstanz ist das stützende Gewebe, das Grundgerüst des Körpers, zwischen dessen grösseren und kleineren Lücken, sowie auf

dessen Flächen sowohl die selbständig gebliebenen Zellen ihr Leben führen, als auch jene Elementartheile, welche höhere animalische Energien offenbaren, die Muskel- und Nervensubstanz nämlich, ihre Thätigkeit üben können.

§. 18.

Wir entnehmen aus der Entwicklungsgeschichte, dass die durch den Furchungsprozess gewordenen Zellen sich nach einem durchgängigen Plane bei den Wirbelthieren in hautartige Lagen ordnen, in die sogenannten Keimblätter, in ein oberes, mittleres und unteres, wovon jedem ein ganz bestimmter Antheil an der Bildung der Gewebe zukommt. Es hat sich nämlich ergeben, dass das mittlere Blatt die Gewebe der gefässhaltigen Bindesubstanz, das Nerven- und Muskelgewebe liefert, während das obere und untere Blatt rein zellige (oder epitheliale) Bildungen, die gefäss- und nervenlos sind, aus sich hervorgehen lassen. Dem Versuche, dieser Auffassung zu einer gewissen theoretisch sehr ansprechenden Allgemeinheit zu verhelfen, kommt aber die Erfahrung *Remaks* in die Quere, dass das Medullarrohr aus der centralen Verdickung des oberen Keimblattes hervorgehe, ohne dass eine epitheliale Sonderung an der ursprünglichen Medullarplatte oder dem späteren Medullarrohr zu entdecken wäre.

Unsere nächste Aufgabe besteht darin, die oben aufgestellten vier Gewebsgruppen nach ihren allgemeinen Eigenschaften näher zu beleuchten.

Zweiter Abschnitt.

Von den Geweben der Bindesubstanz.

§. 19.

Wer eine Anzahl von Thierformen, sei es auch nur oberflächlich, ins Auge fasst, wird von vorneherein die Ansicht aussprechen, dass die Bindesubstanz nach ihren physikalischen und wohl auch chemischen Eigenschaften sehr abändern müsse, da ja doch im Körper einer weichen gallertigen Qualle z. B. das gestaltgebende und stützende Gewebe nicht wenig verschieden sein muss von dem Gewebe, welches z. B. bei einer Schildkröte oder bei einem Krebs den starren Panzer bildet! Auch dringt sich uns dieser Gedanken nicht bloss auf bei der Durchmusterung ganzer Thierreihen, sondern ebenso lebhaft, wenn wir in die Organisation eines einzelnen höheren, z. B. Wirbelthieres blicken. Nehmen wir der Veranschaulichung halber zwei Extreme! Ein Knochen und der Glaskörper im Auge werden beide zu den Geweben

der Bindesubstanz gestellt, die Funktion beider ist auch, abgesehen von Nebenbeziehungen, das Stützen, der eine als Tragbalken eines Körpergliedes dienend, der andere als Mittel, die Form des Augapfels durch Ausspannen der Augenhäute zu wahren. Und welch grosser Unterschied ist dabei zwischen dem festen, harten Knochen und dem wässrigen, leicht zerfliessenden Glaskörper!

Das Vorbemerkte kann genügen, um die Ueberzeugung zu schöpfen, dass die Gewebe der Bindesubstanz in ihren physikalischen Eigenschaften alle Grade der Cohäsion repräsentiren müssen, und dass sie eine förmliche Stufenleiter vom Halbflüssigen bis zum ganz Festen und Starren zu durchlaufen haben.

§. 20.

Allgemeine Kennzeichen der Bindesubstanz.

Den morphologischen Charakter oder die wesentlichen Merkmale des in Rede stehenden Gewebes kann man so ausdrücken: in der Mehrzahl ihrer Formen besteht die Bindesubstanz aus Zellen und homogener Zwischenmaterie wobei das Mengenverhältniss, in dem das eine Constituens zum andern tritt, in der Art wechselt, dass entweder beide in gleichem Maasse sich an der Zusammensetzung betheiligen oder dass sich ein Uebergewicht auf die eine oder die andere Seite neigt, bald demnach die Zellen vorherrschen und die Zwischensubstanz zurückgedrängt wird, ja sogar auf ein Minimum reducirt sein kann, oder umgekehrt, die Zwischensubstanz waltet vor oder ist so massenhaft geworden, dass die Zellen nur noch in Resten zugegen sind, auch wohl gänzlich verdrängt werden können.

Mancherlei Wechsel offenbart sich auch in der Form und dem Inhalt der Zellen sowie in der Beschaffenheit des Intercellularstoffes. Die Zellen können rund sein und von da durch zahlreiche Uebergänge zu strahligen Gebilden werden, die selbst wieder netzartig unter einander in Verbindung treten, ein andermal wachsen sie zu langen, feinen, verästelten Kanälen aus (Zahnkanälchen z. B.) Der Zelleninhalt erscheint bald von mehr indifferenter Natur, oder er zeigt sich als Fett, Pigment, Kalk, Luft, zum Theil, wie mir dünkt, selbst als contractile Materie. Der Intercellularstoff ändert sich ab von halbflüssiger Substanz zu Gallerte, Schleim, Leim, Cellulose, er kann chitinisiren, er kann verkalken.

Je nachdem Zellen und Zwischensubstanz in angedeuteter Weise gewisse Eigenschaften einhalten, sondert man die Bindesubstanz in folgende Arten.

§. 21.

1. Das Gallertgewebe.

Gallertgewebe.

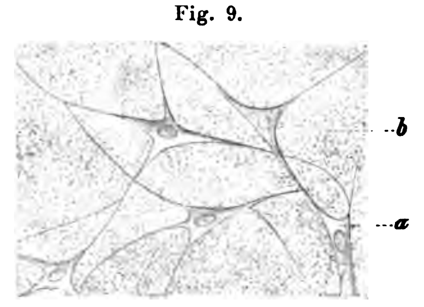
Solches ist in den Embryonen der Wirbelthiere (subcutanes Gewebe, Whartonische Sulze etc.) stark verbreitet, doch auch im fertigen Körper kommt es vor. Ich zähle hieher nicht bloss den Glaskörper aller Wirbelthiere, sondern auch z. B. die weiche Substanz, welche

bei Vögeln den *Sinus rhomboidalis* des Rückenmarkes ausfüllt; in bedeutenderer Anhäufung treffen wir das Gallertgewebe bei vielen Fischen unter der äusseren Haut an und in den wirklichen und pseudoelectrischen Organen, sowie in der Umgebung der sogenannten Schleimkanäle.

Manche Autoren (*Virchow*) nennen diese Form der Bindesubstanz Schleimgewebe.

Die Zellen bilden gewöhnlich hier durch strahliges Auswachsen und Anastomosiren ein Fachwerk, in dessen Maschen ein sulziger Stoff liegt, der beim Kochen nicht Leim giebt, sondern Eiweis und

Fig. 9.



Gallertiges Bindegewebe.
a das Zellengerüst, b die sulzige Masse dazwischen. (Starke Vergr.)

einen dem Schleimstoff ähnlichen Körper enthält. Der Kern der Zellen markirt sich häufig noch in den Knotenpunkten des Gerüstes, in andern Fällen, wie z. B. im ausgebildeten Glaskörper, sind nicht einmal mehr Zellenrudimente nachzuweisen, da die homogene Zwischenmaterie allein übrig geblieben ist.

Bei vielen Wirbellosen spielt besagtes Gewebe eine grössere Rolle, namentlich bei den Quallen und Mollusken (zahlreichen Gasteropoden, Heteropoden, Cephalopoden, Tunikaten) auch bei Krebsen an gewissen Körperstellen wird es gefunden. Die Zellennetze sind anfangs dichter und, wie *Gegenbaur* an jungen Rippenquallen sah, es erscheinen die Zellenausläufer als deutliche Röhrchen; später mit dem Wachsthum dés Thieres und der Zunahme der hyalinen Zwischensubstanz werden sie zu solid aussehenden Fasern. Die Intercellularmasse giebt nach *Schultze* weder Leim noch enthält sie Schleim. Sehr isolirt steht bis jezt die Thatsache, dass sie bei den Tunikaten cellulosehaltig ist (*Schacht*, Müll. Arch. 1851).

§ 22.

Von Interesse und wie mir dünkt auch wichtig für die Entstehung der elastischen Fasern sind die Mittheilungen, welche *Virchow* (Arch. f. path. Anat. 1855 S. 558) und *Schultze* (Müll. Arch. 1856) über Fasern in der Gallertsubstanz der Medusen gegeben haben. Sie stehen mit den Ausläufern der Zellen nirgends in Verbindung, sondern

bilden ein ganz selbständiges Fasersystem, sie sind verschieden breit, homogen, glashell, verlaufen gestreckt in allen Richtungen, theilen sich häufig und verbinden sich untereinander unter alle möglichen Winkeln, oft verschmelzen mehrere Fasern zu breiteren Platten. Sie verleihen der Gallertmasse Festigkeit und Elasticität.

Ich kann nicht umhin, hier anzumerken, dass vielleicht in den lokalen Beziehungen des Gallertstoffes zu den Zellen nicht bei allen Wirbellosen Alles mit dem oben aufgestellten Schema stimmt. Frühere Aufzeichnungen von mir über das gallertige Bindegewebe von *Thetys*, von der Haut der Cephalopoden, auch vom Fettkörper einiger Insekten (z. B. von Larven der *Aeshna*, wo mir die Gallerte sogar in eigenen Bläschen der Zellen enthalten zu sein bedünkte) lassen vermuthen, als ob die Gallerte hier Zelleninhalt und nicht Intercellularsubstanz wäre, das Gewebe nimmt sich aus, wie wenn es von verschieden grossen, mit hyaliner weicher Masse gefüllten Blasen zusammengesetzt wäre. Doch sind erneute Untersuchungen abzuwarten, um zu sehen, was daran Wahres ist.

§ 23.

2. Das gewöhnliche Bindegewebe.

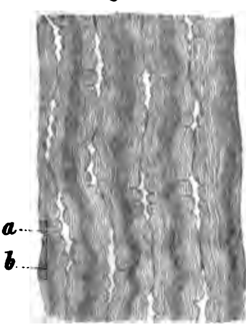
Bindegewebe der Wirbelthiere.

Es wird, obschon nicht recht passend, das fibrilläre Bindegewebe genannt, früher hiess es zumeist Zellgewebe und tritt uns im Körper der Wirbelthiere bald in festerer Gestalt entgegen, z. B. in den Sehnen, Bändern, als Grundlage von mancherlei Häuten, oder wir sehen es von mehr weicher, lockerer Art und dann fungirt es als interstitielles Bindegewebe.

§ 24.

Die Grund- oder Intercellularsubstanz finden wir beim gewöhnlichen Bindegewebe als eine festere oder auch nachgiebige Materie, die leimhaltig ist und sehr allgemein eine Schichtung aus zarten Lamellen aufweist, wodurch sie eine streifige Zeichnung erhält, die früher gemeinhin auf eine Zusammensetzung aus Fäserchen bezogen wurde, woher auch die Benennung „fibrilläres Bindegewebe" stammt.

Fig. 10.



Festes Bindegewebe.
a die Bindegewebskörper, b die streifige Grundsubstanz. (Starke Vergr.)

Die zelligen Elemente, Bindesubstanzzellen (Bindegewebskörperchen *Virchow*) bleiben entweder mehr rundlich oder sie sind strahlig aus-

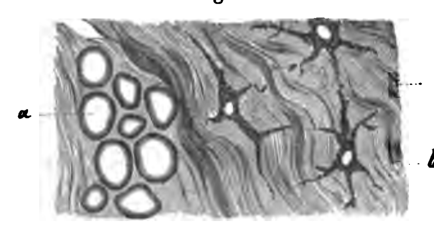
gewachsen, verzweigt und hängen untereinander zusammen. Durch die Art und Weise, wie die verzweigten Bindegewebskörper die homogene, geschichtete Grundsubstanz durchsetzen, grenzen sie letztere zu cylindrischen, bänderartigen Strängen, den sog. Bindegewebsbündeln ab.

§ 25.

Fettgewebe. Pigmentzellen.

Der Inhalt der Bindegewebskörper kann sehr variiren, die Zelle, rundlich geblieben, füllt sich mit Fett und man wendet jezt für diese Form der Bindesubstanz den Ausdruck Fettgewebe an, ein andermal führen die Zellen des Bindegewebes körniges Pigment und werden dann in den histologischen Schriften unter dem Namen „verzweigte oder sternförmige Pigmentzellen" aufgeführt. Oben, als von den Zellen der Bindesubstanz ganz im Generellen die Rede war, habe ich unter

Fig. 11.



Bindegewebe, dessen Körperchen zu „Fettzellen" und „Pigmentzellen" geworden sind.

a die fetthaltigen Bindegewebskörper, b die pigmenterfüllten, c die Intercellularmasse.

dem möglichen Inhalte der Zellen auch die contractile Substanz aufgeführt, wobei ich eben die verästelten Pigmentfiguren in der Lederhaut der Amphibien im Sinne hatte, denn es scheint mir, dass es jener, die Pigmentkörnchen zusammenhaltende hyaline Inhalte der Zellen wäre, welcher die Contractionserscheinungen bewirkt. — Bezüglich der Art, wie die Zellen mit Fett gefüllt sind, fällt mir auf, dass bei manchen Fischen (Stör z. B.) und Vögeln (z. B. bei der Taube unter der Zunge) die Fettzellen ein maulbeerförmiges Aussehen haben, indem nur einzelne dichtgedrängte Fettklümpchen in der Zelle liegen, die so selbständiger Natur sind, dass selbst ein starker Druck nicht vermag, sie aus dieser Form zu verdrängen und etwa zum Zusammenfliessen zu bringen. — Die Farbe des Fettes wechselt, ausser weissem Fett sieht man gelbes, rothes, blaues, namentlich bei Wirbellosen. — Die Fettzellen beim Menschen und den Säugern zeigen nach dem Tode, beim Erkalten häufig Fett- (Margarin) Krystalle, sternförmig gruppirt, oder auch wohl die Zelle grossentheils erfüllend. Die unten erwähnte Beobachtung am Fettkörper des *Coccus* spricht dafür, dass auch bei Wirbellosen Aehnliches vorkomme.

§. 26.

Ganz besonders muss hervorgekehrt werden, dass die verzweigten Zellen der Bindesubstanz sich unmittelbar zu den Capillaren der Blut- und Lymphgefässe fortzubilden vermögen, und es kann im concreten Fall (wozu die Folge Beispiele geben wird) lediglich von der individuellen Betrachtungsweise abhängen, ob man die verzweigten und anastomosirenden Hohlgänge in der Bindesubstanz Capillargefässe oder netzförmig zusammenhängende Bindegewebskörper nennen will.

§. 27.

Elastisches Gewebe.

Ein allgemeiner wichtiger Charakter des gewöhnlichen Bindegewebes, der recht gewürdigt zum Ausgleichen einiger Streitfragen dienen könnte, äussert sich darin, dass die Intercellularmasse eine eigenthümliche Härtung und Verdichtung erfährt entweder bloss an den Grenzschichten oder auch wohl in Streifen mitten durch das Ganze. Auf solche Art umgewandelte Grundsubstanz des Bindegewebes trägt den Namen elastisches Gewebe, da es sich durch grosse Elastizität auszeichnet. Bezieht sich die Härtung bloss auf die Grenzlagen, so entstehen dadurch die sog. *Membranae propriae*, die Glashäute der Autoren, die *Basement membrane* englischer Histologen. Durch diesen Vorgang der Härtung und Verdichtung gewinnt das Corium der äusseren Haut, der serösen und Schleimhäute einen hellen Grenzsaum oder Rinde, und in den Drüseneinstülpungen wird die Schicht zu den *Membranae propriae*. Verdichtet sich hingegen die Grundsubstanz in netzförmigen Zügen, so entstehen, wie ich mit *Henle* und *Reichert* behaupten muss, die elastischen Fasern und Platten. Aber auch von den sog. Spiralfasern lässt sich nachweisen, dass sie (obschon Kunstprodukte) aus den elastisch verdickten Grenzsäumen der sog. Bindegewebsbündel hervorgehen. — In gedachter Art metamorphosirte Grundsubstanz des Bindegewebes ist sehr resistent, bricht das Licht stark und beim Kochen verwandelt sie sich nicht in Leim, wie der übrige Intercellularstoff. Von dem

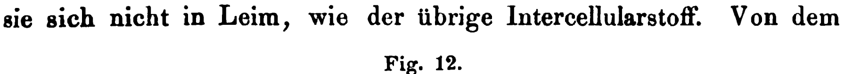
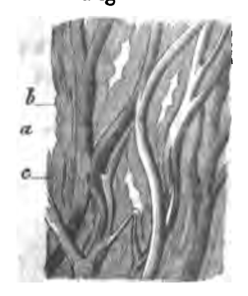


Fig. 12.



Bindegewebe, dessen Grundsubstanz sich zum Theil in elastische Fasern verdichtet hat.

a die Bindegewebskörper, b die Grundsubstanz, c die elastischen Fasern. (Starke Vergr.)

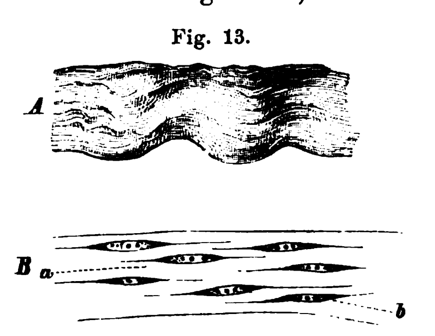
Grade der Härtung, welchem die Grundsubstanz unterliegt, hängt wahrscheinlich auch ab, ob die Conturen des elastischen Gewebes dunkler oder heller sind. Die *Tunicae propriae* der Drüsen z. B. sind nicht so stark schattirt, als z. B. die elastischen Fasern der Säuger, wobei ich anfügen will, dass bei niedren Wirbelthieren (den Fischen und Reptilien) das elastische Gewebe mir immer blasser zu sein scheint als bei den höhren. Die oben beim Schleimgewebe erwähnten Fasern der Intercellularsubstanz, welche in der Gallertscheibe der Medusen nach *Virchow* und *Schultze* sich finden und nicht mit den Zellen zusammenhängen, halte ich nach Genese, Form und Funktion für analog dem elastischen Gewebe der Wirbelthiere. Mit dem elastischen Gewebe verwandt nehme ich auch die Fasern der *Zonula Zinnii*, des *Ligamentum ciliare* bei Fischen, die Fasern, welche in den Pacinischen Körpern der Vögel den Nervenkolben umspinnen.

§. 28.

Bindegewebe der Wirbellosen.

Das Bindegewebe der Wirbellosen verhält sich, obschon seltner, in seinen morphologischen Merkmalen wie das der Wirbelthiere. An gewissen Körpergegenden der Hirudineen, bei Cephalopoden, bei Echinodermen (Bänder des Kaugerüstes, Gekröse des Darmes von *Echinus*) hat die Intercellularsubstanz die gleiche lockige oder wellige Streifung, meist nur etwas steifer gehalten, und Aetzkali bringt Binde-

Fig. 13.



Bindegewebe von Echinus esculentus.
A im frischen Zustande, B dasselbe nach Behandlung mit Essigsäure: a die homogene Grundsubstanz, b die Bindegewebskörper. (Starke Vergr.)

gewebskörper zum Vorschein. Häufiger allerdings bilden bei Wirbellosen rundliche, entwickelte Zellen des Hauptconstituens des Bindegewebes und die homogene Zwischensubstanz tritt in den Hintergrund (z. B. in der Lederhaut der Pteropoden, vieler Gasteropoden, Arthropoden.) Die Zellen des Bindegewebes können sich mit Fett oder fettähnlichen Stoffen füllen, was z. B. in grosser Ausdehnung am sog. Fettkörper der Insekten, in der sog. Leber der Hirudineen geschieht, in andren Fällen erzeugt sich Kalk in diesen Zellen (bei *Paludina vivipara* z. B.), sehr häufig Pigment, auch die leuchtende Materie bei *Lampyris* liegt in den Zellen des Fettkörpers.

§. 29.

Chitinisirtes Bindegewebe

Auch das Bindegewebe der Evertebraten kann sich in eigenthümlicher Weise *erhärten*, was man kurzweg mit dem Ausdruck bezeichnen mag, es *chitinisirt* (von *χιτών* Panzer, weil man zuerst an den Hautbedeckungen der Käfer und Krebse auf diese Härtungsprodukte aufmerksam wurde). Die Aehnlichkeit im histologischen Verhalten zwischen dem „Chitingewebe" der Arthropoden und dem Bindegewebe der Wirbelthiere springt so recht in die Augen, wenn man vergleichungsweise einen senkrechten und mit Kalilauge behandelten Hautschnitt etwa eines Frosches und einen in Kali gelegenen senkrechten Schnitt der Flügeldecke eines grösseren Käfers neben einander betrachtet: hier wie dort hat man sehr regelmässig geschichtete homogene Massen, die durchsetzt sind von Hohlräumen, und die Lücken der in Kalilauge macerirten Chitinhaut zeigen mitunter in der Art ihrer Begrenzung eine lebhafte Uebereinstimmung mit den Bindegewebskörpern der Wirbelthiere. Durch ihre zarten verästelten Ausläufer wird die homogene Grundsubstanz ebenso in cylindrische Massen abgesetzt, wie im Bindegewebe der Wirbelthiere die sog. Bindegewebsbündel auf gleiche Weise entstehen. In andren Fällen haben die Lücken der Chitinhaut ganz das Aussehen von Zahnröhrchen, die, wie angegeben auch nichts anders als in bestimmter Richtung ausgewachsene Bindegewebskörper vorstellen. Früher wusste man nur von dem Chitin der Arthropoden, gegenwärtig aber hat man es durch alle Klassen der Wirbellosen bis zu den Infusorien herab wenigstens in Andeutungen gefunden. Die Chitinfrage erwartet noch von Seite der Chemiker mancherlei Aufklärungen, denn das Verhalten zu Aetzkali und den concentrirten Mineralsäuren ist bei den Chitinsubstanzen der verschiedenen Wirbellosen ein wechselndes; sie legen zwar im Allgemeinen eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen Kalilauge an den Tag, aber es giebt doch mancherlei, ich möchte sagen, jüngere Zustände, wobei sie selbst in kalter Kalilauge nicht unversehrt bleiben. Bei der gegenwärtig noch herrschenden Unsicherheit über die chemische Natur des Chitin's mag daran erinnert sein, dass *C. Schmidt* (z. vergl. Phys. wirb. Thiere 1845) beweist, die Chitinsubstanz werde hauptsächlich auf Kosten verzehrten Pflanzengewebes gewonnen, sowie dass *Fremy* das Chitin mit der Cellulose auf eine Linie gestellt hat. Uebrigens kann nicht bloss Bindegewebe chitinisiren, sondern auch Muskeln, wovon ich Beispiele anführen werde, und sehr häufig andre Zellenausscheidungen. Mich führen meine histologischen Untersuchungen zu der Annahme, dass das chitinisirte Bindegewebe der Wirbellosen, insbesondere der Arthropoden mit dem elastischen Gewebe der Wirbelthiere parallelisirt werden muss, es scheint mir wenigstens die Verwandtschaft zwischen beiden eine unverkennbare. Ich empfehle in dieser Hinsicht z. B. die aus „elastischem Gewebe" be-

stehenden kleinen Sehnen vom Hautmuskelnetz der Vögel mit dem Aussehen der chitinisirten Sehnen der Arthropoden zu vergleichen und man wird die vollständige Uebereinstimmung beider in dem morphologischen und chemischen Verhalten nicht in Abrede stellen können. Ein andres Beispiel von „chitinisirter“ Bindesubstanz bei Wirbelthieren sind die „Hornfäden“, welche die Flossen in der Haut der Selachier und andrer Fische steif erhalten!

Seit längerer Zeit spinnt sich ein unerquicklicher Streit durch die histologischen Schriften darüber fort, ob die Streifung in der Grundsubstanz des gewöhnlichen Bindegewebes von präformirten Fibrillen oder nur von feinen Faltenzügen oder Schichten herrühre. Die letztere Ansicht, welche durch *Reichert* eingeführt wurde, kommt gegenwärtig immer mehr und mit Recht in Aufnahme. Der Einwurf, dass an Querschnitten getrockneter Sehnen die sichtbaren Pünktchen gar nicht weiter zu bezweifelnde Beweise für die präformirten Fibrillen abgeben, ist von keinem Belang. *Reichert* hat schon daran erinnert, dass wenn die Lamellen so fein und die Fältchen so klein sind, dass sie sich bei der Flächenansicht und der stärksten Vergrösserung nur als dunkle Streifen markiren, so dürfe man nicht verlangen, dass die Fältchen der Lamellen auf Querschnitten als Kurven hervortreten; sie können sich eben nur als punktförmige Schatten zu erkennen geben.

Die oben angeführte Darstellung bezüglich der Bindegewebskörper erscheint vielleicht Manchem etwas zu dogmatisch gehalten und obschon ich sie vertreten zu können glaube, so sei doch nicht verhehlt, dass andere Forscher die Sache anders ansehen. *Henle* erklärt die „Bindegewebskörper“ für eine „sehr gemischte Gesellschaft“, in welcher sowohl verzweigte Spalten im Bindegewebe, als auch Zellen, in solchen Lücken eingeschlossen, unterlaufen. Ihm schliesst sich *Bruch* an. Wenn ich nun auch gerne zugebe, dass die der Zellen ermangelnden verzweigten Räume („Spältchen“) vielleicht eben so häufig sind, als jene, welche Zellen einschliessen, so scheint mir das dem obigen Schema keinen Eintrag zu thun, denn mir däucht eben, dass um die Zellen des Bindegewebes die Intercellularsubstanz sich in ähnlicher Art verdichtet, wie die gleiche Materie um die Knorpelzellen herum die „Knorpelkapseln“ bildet. Schwindet im Verlaufe die ursprüngliche Zelle, so wird das „Bindegewebskörperchen“ allerdings bloss von den verdichteten Conturen der Intercellularsubstanz umrissen, aber man kann doch kaum desswegen letztere für wesentlich verschieden halten von jenen, die ursprüngliche Zelle noch aufweisenden!

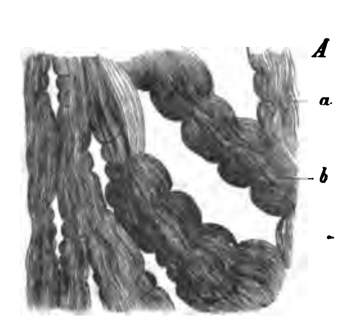
Dass die *Fettzellen* nicht für eine besondere Bildung gelten dürfen, sondern lediglich auf die Bedeutung von fetthaltigen Bindegewebskörpern zurückzuführen sind, wird klar durch die Betrachtung solcher Stellen, wo Knorpelzellen in Zellen des Bindegewebes übergehen und sich allmählig mit Fett füllen. Sehr günstig der aufgestellten Ansicht sind auch die Mittheilungen und Abbildungen, welche *Kölliker* in s. gross. mikrosk. Anat. S. 19 u. 20 über die Veränderung, welche die Fettzellen bei Hautwassersucht erfahren, gibt, ohne dass freilich dieser Autor sie in dem gemeinten Sinne deutet. Aber es ist unverkennbar, dass die fettarmen oder fettlosen spindelförmigen oder sternartig ausgezogenen Zellen (cf. a. a. O. Fig. 9) echte Bindegewebskörper sind, die nach dem Schwund des Fettes ihre ursprüngliche Gestalt wieder angenommen haben.

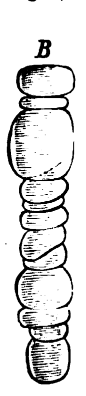
Auch die Auffassung der „*verzweigten Pigmentzellen*“ als pigmenthaltige strahlige Bindegewebskörper ist leicht zu rechtfertigen, z. B. durch die Betrachtung des gefärbten Hornhautrandes vom Rinde oder der Lederhaut der Fische und Reptilien.

Was die sog. *Spiralfasern* betrifft, welche der gang und gäben Beschreibung nach unter der Form feiner, elastischer Fasern die Bindegewebsbündel umspinnen sollen, so müssen dieselben künftighin für Kunstprodukte erklärt werden. Sie

existiren durchaus nicht als eigentliche Fasern, sondern sie sind Theile der elastisch-verdichteten Rindenschicht der sog. Bindegewebsbündel. Lässt man nämlich letztere durch Essigsäure aufquellen, so reisst die hautartige Rindenschicht stellenweise ein, zieht sich zusammen und stellt jetzt die reifähnlichen (spiraligen) Fasern um die

Fig. 14.





Veranschaulicht die Entstehung der sog. Spiralfasern.

A frisches Bindegewebe: a die Bindegewebskörper, b die Grundsubstanz, welche durch erstere in Bündel abgesetzt wird.

B ein mit Essigsäure behandelter Bündel, die Grenzhaut des Bündels ist eingegerissen und hat sich auf einzelne Reife zurückgezogen. (Starke Vergr.)

Bindegewebsbündel vor. Eine ganz entsprechende Beobachtung hat schon vor mehren Jahren *Luschka* am Bindegewebe des *Omentum majus* gemacht und auch *Reichert* hatte bereits damals die Spiralfasern den Täuschungen überwiesen. Nimmt man (mit *Henle*) die Bindegewebskörper für spaltförmige Lücken zwischen den Bindegewebsbündeln (in denen zwar nach dem Zugeständniss desselben Autors noch Zellen eingeschlossen sein können), so müssen die Membranen, welche zu „Spiralfasern" zerreissen, lediglich als die elastisch-verdichteten Grenzschichten der homogenen Bindegewebsbündel gelten, sieht man hingegen die Bindegewebskörper als sternförmige und mit den Ausläufern anastomosirende Zellen im Bindegewebe an, welche die Intercellularmasse zu cylindrischen, bänderartigen Strängen absondern, so kann man der elastischen Haut, welche zu „Spiralfasern" zu zerklüften vermag, die Bedeutung einer festgewordenen Zellenmembran beilegen. Mit der von mir oben ausgesprochenen Vermuthung, dass ähnlich wie am Knorpel die Zwischensubstanz um die zelligen Theile herum zu den „Knorpelkapseln" verdichtet, so auch hier am Bindegewebe derselbe Hergang zu statuiren wäre, liessen sich wohl die beiderlei Ansichten mit einander verschmelzen.

An manchen Orten des menschlichen und thierischen Körpers haben sich die Bindegewebskörper so vergrössert, dass sie die Grundsubstanz dazwischen an Ausdehnung überwiegen, was ganz besonders der Fall ist an der *Arachnoidea* des Gehirns und Rückenmarkes, auch im Bindegewebe des Kniegelenkes u. a. O., und im Zusammenhang damit werden auch gerade solche Stellen gewöhnlich empfohlen, wenn es darum zu thun ist, die „Spiralfasern" mit Sicherheit zu demonstriren. Auf das eben Bemerkte werden unten noch einige spezielle Anwendungen, namentlich vom Gesichtspunkte der capillaren Lymphräume aus gemacht werden, wesshalb es nothwendig sein dürfte, hier nochmals hervorzuheben, dass ich die grossen Räume z. B. in der *Arachnoidea* nach Genese und Bedeutung ganz gleich setze mit den Bindegewebskörpern oder kleinen spaltförmigen Räumen des Bindegewebes.

Zur weiteren Begründung der soeben bezüglich der Spiralfasern aufgestellten Meinung dient auch, dass man die Muskelprimitivbündel von ganz gleichen scheinbaren Spiralfasern umsponnen sehen kann. Es fiel mir dies lebhaft auf in der quergestreiften Muskulatur des Schlundes von *Torpedo marmorata*, die Primitivbündel sind schmal und das Sarcolemma, sich in engen Touren einschnürend, erzeugt dasselbe Bild der Spiralfaser wie am Bindegewebe. Aehnliches gewahrt man auch an den *Remak*'schen Nerven und dem *Nervus olfactorius* der Wirbelthiere.

Mitunter beobachtet man auch eine eigenthümliche Querstreifung der Bindegewebsbündel nach Anwendung von Essigsäure, so dass sie an Muskeln erinnern. Und diese Erscheinung rührt, wie ich mich an der Haut des *Polypterus* überzeugte, von den Bindegewbeskörpern her, indem die queren Ausläufer sehr dicht sich folgen. Statt weiterer Erörterung verweise ich auf die beistehende Figur.

Fig. 15.



Aus der Lederhaut von Polypterus bichir.

a Bindegewebskörper. b die Grundsubstanz, welche durch die zahlreichen Ausläufer der ersteren eine Querstreifung erhält. (Starke Vergr.)

Man hatte bisher das „*Chitingewebe*“ der Arthropoden beim Horngewebe oder den Epithelialgebilden untergebracht, indem man sich bei der geringen Kenntniss des Baues besonders daran hielt, dass das Chitingewebe häufig die äusserste Begrenzung des Thierkörpers ausmache. Ich musste nach meinen hierüber angestellten Untersuchungen es der Bindesubstanz einreihen, vergl. Müll. Arch. 1855 (z. feineren Bau der Arthrop.). Auch in der Schrift von Dr. *Morawitz* (*Quaedam ad anat. Blattae germ. pertinentia* 1853), scheint bereits auf die histologische Verwandtschaft der beiden bezeichneten Substanzen hingewiesen zu sein (cf. *Reichert's* Jahresbericht 1854.)

Ueber das Chitin in chemischer Beziehung vergl. *Schlossberger*: Zur näheren Kenntniss der Muschelschalen, des Byssus und der Chitinfrage in den Ann. der Chem. und Pharm. XCVIII. Bd. 1. Hft.

§. 30.

3. Das Knorpelgewebe.

Knorpelgewebe.

Dies Gewebe ist nicht blos sehr biegsam und elastisch, sondern es besitzt auch einen höheren Grad der Festigkeit und Steifigkeit als das vorhergegangene Gewebe. Für das freie Auge milchweiss, bläulich oder gelblich, besteht es mikroskopisch entweder fast nur aus Zellen (der Zellenknorpel der Autoren), oder, was häufiger der Fall ist, aus Zellen und Grundsubstanz, wobei wieder die ersteren oder die letztere überwiegen kann.

§. 31.

In ganz ähnlicher Weise, wie man vom gewöhnlichen Bindegewebe als eine Abart desselben das elastische Gewebe trennen kann, scheidet man auch das Knorpelgewebe in den hyalinen oder echten, und in den gelben oder Faserknorpel. Und abermals wie beim Bindegewebe liegt die Differenz zwischen beiden nicht in den Zellen,

Fig. 16.

A B

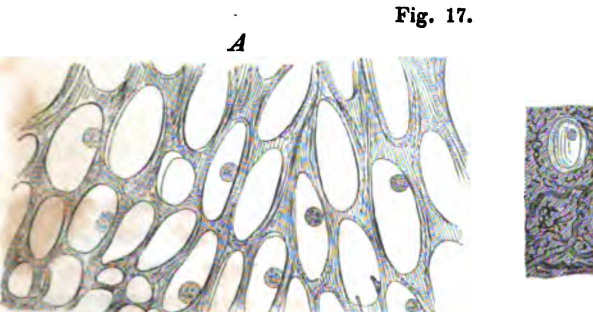
Hyalinknorpel.
A Knorpel, an dem die Grundsubstanz vorherrscht,
B Knorpel mit Vorwalten der zelligen Elemente.
Ein Theil der Zellen hat in beiden Stücken Fetttropfen zum Inhalt. (Starke Vergr.)

sondern in der Beschaffenheit der Intercellularmaterie. Letztere beim echten Knorpel gleichförmig, homogen und gekocht sich in Chondrin verwandelnd, hat sich beim gelben Knorpel in derselben Weise zu netzförmigen Zügen verdichtet, wodurch die Intercellularsubstanz des Bindegewebes zu elastischen Netzen umgewandelt wurde. Die Fasern im Knorpel verlaufen seltner einander einigermassen parallel, meist sind sie wie verfilzt, haben auch wohl ein rauhes oder wie aus Körnchen zusammengesetztes Ansehen. Die Grundsubstanz des Faserknorpels zeigt grosse Resistenz gegen Kalilauge, giebt kein Chondrin etc., mit einem Worte verhält sich wie elastisches Gewebe.

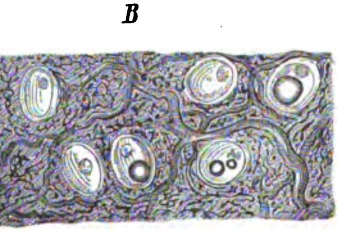
Die Knorpelzellen variiren sehr in ihrer Gestalt, sie sind bald rundlich, länglich, spindelförmig etc., mitunter sehr lang gestreckt, auch verästelt und (bei Fischen) deutlich durch ihre Ausläufen zu einem Canalnetz anastomosirend. Mag auch im Inneren der Knorpel-

Fig. 17.

A



B



A Zellenknorpel aus der Chorda dorsalis von Polypterus.
B Faser- oder Netzknorpel, die Intercellularsubstanz hat sich zu elastischen Fasernetzen verdichtet. (Starke Vergr.)

theile die Form der Zellen noch so verschieden sein, sobald sie gegen den freien Rand des Knorpels, also zur Peripherie, zu liegen kommen, platten sie sich ab und gehen mit ihrem Längendurchmesser dem Rande parallel. Auch der Inhalt ist dem Wechsel unterworfen, bald eine helle Substanz, ist er ein andermal körnig-krümlig, nicht selten auch besteht er ganz oder theilweise aus Fett, was so weit gehen kann, dass stark fetthaltiger Knorpel dem aus Bindegewebe gewordenen Fettgewebe aufs Haar ähnlich sieht. Betrachtet man z. B. die Kehlkopfknorpel der Nager (Ratte), so glaubt man nicht Knorpel vor sich zu haben, sondern echtes Fettgewebe; erst genaueres Zusehen belehrt, dass ein Knorpel vorliege, dessen Zellen fast durch keine Zwischensubstanz geschieden und prall mit Fett erfüllt sind. — Pigmentkörner werden seltner von Knorpelzellen eingeschlossen, doch kenne ich auch davon ein Beispiel: in der hyalinknorpeligen *Sclerotica* von *Menopoma alleghanensis*, sieht man klar und deutlich, dass die meisten Zellen in verschiedener Menge braune Pigmentkörner zum Inhalt besitzen. — Um die zelligen Theile herum verdichtet sich auch im Hyalinknorpel gerne die Grundsubstanz und wird dann als Knorpelkapsel von den eingeschlossenen Knorpelzellen unterschieden.

§. 32.

Bei den Wirbellosen dürfte echtes Knorpelgewebe seltener vorkommen, wenigstens ist es meines Wissens bisher nur an den Cephalopoden und am Respirationsskelet der Kiemenwürmer beobachtet worden, obschon im gewöhnlichen Sprachgebrauch gar Manches Krorpel genannt wird, wenn die Consistenz des Gebildes daran erinnert. Uebrigens möchte ich kaum mit Jemand darüber rechten, wenn er etwa den Mantel der Tunikaten lieber dem Knorpelgewebe, anstatt, wie es oben geschehen, dem gallertigen Bindegewebe einreihen wollte. Auch bei Wirbelthieren kommen Formen vor, die man nach dem Anblick mit freiem Auge für Knorpel anspricht, während die mikroskopische Untersuchung eher einer Einreihung in das feste Bindegewebe das Wort reden dürfte, dahin gehören z. B. die Knorpelscheiben im unteren Lid der Vögel und Saurier, der Knorpelrahmen in der Schnecke der Vögel, zum Theil die Wand des sog. Seitenkanalsystemes bei Selachiern etc., es sind das Knorpel, in denen verästelte, den Bindegewebskörpern durchaus ähnliche Zellen liegen, und die von der Grundsubstanz auch nicht in dem Grade abgeschieden sind, als die Zellen im echten Knorpel.

§. 33.

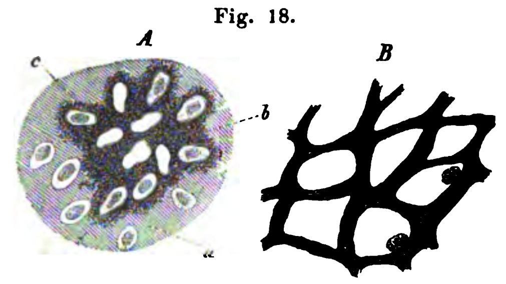
4. Das Knochengewebe.

Knochengewebe.

Diese Species der Bindesubstanz wird dadurch gekennzeichnet, dass die Intercellularmaterie sich mit anorganischen Verbindungen, insbesondere mit phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk gemengt, und dadurch den höchsten Grad der Festigkeit erreicht hat.

Die Intercellularsubstanz, in seltenen Fällen bei einigen Fischen (*Belone*, *Lepidosiren*) von grüner Farbe, hat die gleiche geschichtete Natur, wie das gewöhnliche Bindegewebe, und die Lamellen sind in Folge des härteren und damit schärfere Conturen gebenden Ossifikationsprozesses noch klarer und markirter als bei jenem. Die zelligen Elemente behalten ihr Lumen und tragen den Namen Knochenkörperchen, ihre Grösse ist verschieden und ihr Kern bald bleibend,

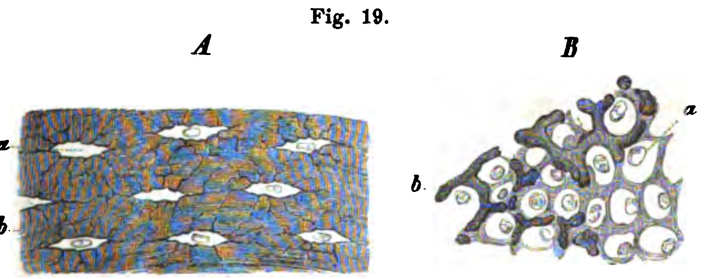
Fig. 18.



A Verknöcherung des Hyalinknorpels vom Zitterrochen: a Hyalinknorpel mit seinen Zellen, b abgelagerte Kalksalze, durch welche die Knorpelzellen in c Knochenkörperchen umgewandelt werden.
B Verknöcherter Zellenknorpel aus dem Basaltheil eines Hautstachels von Raja clavata. (Starke Vergr.)

bald geschwunden. Unrichtigerweise wurden die Knochenkörperchen längere Zeit für Kalkbehälter angesehen, doch vertrat schon 1835 *Treviranus* die gegenwärtig allgemein geltende Meinung, dass sie mit Flüssigkeit gefüllt wären. Indessen will es mir vorkommen, als ob auch mitunter in lufthohlen Knochen der Vögel bezirkweise die Knochenkörperchen schon während des Lebens Luft enthielten, ich

Fig. 19.



A Verknöchertes Bindegewebe: a strahlige Knochenkörper, b die Grundsubstanz.
B Incrustation von Zellenknorpel (aus der Luftröhre der Ringelnatter): a die Zellen, b die Kalkablagerungen. (Starke Vergr.)

glaube wenigstens am Brustbein des Reihers so etwas wahrgenommen zu haben. — Die Knochenkörper haben meist eine verästelte Gestalt, wie die Zellen des gewöhnlichen Bindegewebes, seltner ermangeln sie der Ausläufer (so durchweg bei den Selachiern). Im Zahnbeine, welches dem echten Knochengewebe zugerechnet werden muss, erscheinen die Zellen zu langen, verästelten Kanälchen, (den sog. Zahnkanälchen) ausgewachsen.

§. 34.

Man spricht von Inrcustation und wahrer Verknöcherung. Bei ersterer verbleiben die sich absetzenden Kalktheile selbständiger und stellen grössere Kalkkugeln oder Kalkkrümeln vor, bei letzterer erhalten sie sich in dieser Form nicht, sondern verschmelzen mit der Grundsubstanz morphologisch zu einer Masse. Doch ist hervorzuheben, dass bei Wirbelthieren gewöhnlich die Incrustation ein Vorläuferstadium der echten Ossifikation bildet und seltner permanent bleibt. — Bei der Ablagerung der Kalksalze in die Grundsubstanz wandeln sich die zelligen Theile in die Knochenkörper um, und es erhält sich entweder die Form der Zelle, wie es bei der Verknöcherung des gewöhnlichen Bindegewebes statt hat, wo eben der verästelte Bindegewebskörper in den verästelten Knochenkörper übergeht, oder auch bei den Selachiern, wo die runde Zelle des Hyalinknorpels bei der Verkalkung gerade so bleibt, und ein rundliches oder ovales, strahlenloses Knochenkörperchen wird; oder man beobachtet bei der Ossifikation des Hyalinknorpels — und diese Erscheinung ist sehr verbreitet, — dass die rundlichen, strahlenlos gewesenen Knorpelzellen während der Verkalkung sternförmig auswachsen und so ebenfalls zu verästelten Knochenkörpern werden.

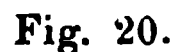
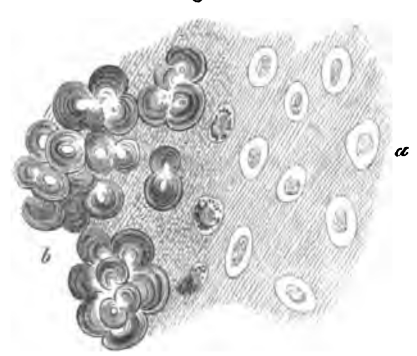


Fig. 20.



Ossificationsstelle eines Kiemenknorpels von Polypterus bichir.: a Hyalinknorpel mit seinen Zellen, b abgelagerte Kalksalze in und um die Knorpelzellen. (Starke Vergr.)

Dass der Modus der Ossifikation auch ein anderer sein könne, der von dem eben aufgestellten Schema abweicht, lehren meine Beobachtungen bezüglich des Ueberganges des Hyalinknorpels in spongiöses Knochengewebe bei *Polypterus* (Zeitschr. f. w. Z. 1854. S. 51). Hier imprägniren die Kalksalze zuerst molekulär, dann in Schichten die Knorpelzellen und wandeln ganze Gruppen derselben zu maulbeerartigen Kalkmassen um, welche sich nach dem Ausziehen der erdigen Substanzen als Hohlräume zeigen, die, mit einander verschmolzen, ein grosses Lückensystem erzeugen, zwischen dem sich verhältnissmässig nur dünne Netze des übrig gebliebenen Knorpelgewebes hinziehen.

§. 35.

Alle Species der Bindesubstanz können bei Wirbelthieren ossificiren, und zwar verknöchern die bindegewebigen und knorpeligen Skeletanlagen der Säuger zumeist von innen heraus, während bei Vögeln, Amphibien und Fischen fast häufiger die Verknöcherung den Weg von aussen nach innen nimmt.

Nicht bloss das innere Skelet kann verkalken, sondern auch Theile der äusseren Haut und der Schleimhäute, sowie interstitielle Bindesubstanz.

§. 36.

Ob bei wirbellosen Thieren knochenharte Theile vorkommen, deren Struktur selbst im Feineren mit dem Knochengewebe der Wirbelthiere übereintrifft, scheint zweifelhaft (vergl. unten die Notiz über die Haut von *Sphaeroma*). Wenn gleich *Henle* seinen Ausspruch, dass der Bau der Seeigelschalen mit dem der Knochen höherer Thiere übereinstimme, kaum mehr zu vertheidigen Lust haben wird, so sind es doch gerade die Skelettheile der Echinodermen, und noch mehr der verkalkte Panzer von Arthropoden welche noch am ehesten dem Knochengewebe der Wirbelthiere sich vergleichen lassen, denn beide stellen mit Kalk imprägnirtes Bindegewebe vor, welch letzteres aus homogenen Lamellen besteht, und in den feinen, den Panzer der Arthropoden durchsetzenden Kanälen, darf man die Analoga der Knochenkörperchen erblicken. Eine entferntere Verwandtschaft mit dem Knochengewebe bieten die Schalen der Weichthiere dar, insofern sie meist lediglich aus homogenen und mit Kalk imprägnirten Lamellen bestehen, sie gehören eher in die Kategorie der verkalkten Sekrete oder Zellenausscheidungen, wovon man auch ein hieher zählendes Beispiel bei Wirbelthieren kennt, den Zahnschmelz nämlich, der nach seiner Struktur sich unmittelbar an die Muschelschalen anschliesst.

§. 37.

Eine der Bindesubstanz ausschliesslich inne wohnende Eigenschaft ist, dass sie überall als Trägerin der Blut- und Lymphgefässe auftritt, ja die feinsten Gefässe oder Capillaren können, wie mitgetheilt, nur für entwickelte Bindegewebskörper angesehen werden. Nirgends existiren daher Capillargefässe, als im Bereiche der Bindesubstanz, womit aber nicht gesagt ist, dass alle Arten dieses Gewebes und allerorts gleichmässig von Gefässen durchzogen werden. Vielmehr zeigt sich z. B. der Knorpel der höheren Wirbelthiere ziemlich selten gefässhaltig (Knorpelrahmen in der Schnecke der Vögel und Reptilien, dicke Knorpelwand am *Larynx bronchialis* der Ente, Kehlkopfknorpel vom Ochsen z. B.). während das Gegentheil hievon bei Fischen, (Selachiern, Stör u. a.) sich bemerkbar macht. Wo, wie bei vielen Wirbellosen die Blutbahnen weniger individualisirt sind und ein Blutlauf in sog. Lakunen Statt findet, da geschieht solches dennoch innerhalb von Räumen, die von Bindesubstanz begrenzt werden.

Auf Grund der innigen Verwandtschaft hin, in welcher die Gewebe der Bindesubstanz zu einander stehen, vermögen sie sowohl alle continuirlich in einander sich fortzusetzen, sowie sie auch stellvertretend für einander fungiren können. Um nur ein Beispiel anzuziehen, so erscheint die *Sclerotica* des Auges, welche bei dem Säugethier aus gewöhnlichem Bindegewebe besteht, beim Vogel grossentheils knorpelig und selbst stellenweise verknöchert.

Die zwei wichtigsten Arbeiten über das Bindegewebe sind: *Reichert*, vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde, Dorpat 1845. *Virchow*, die Identität von Knochen-, Knorpel- und Bindegewebskörperchen, sowie über Schleimgewebe in Würzb. Verh. 1851. II. S. 150 u. 314. Auch sei mir erlaubt, anzuführen, dass ich bereits in m. Arbeit über *Paludina vivipara* in der Zeitschr. f. w. Z. 1849. Bd. II. das Bindegewebe folgendermaassen beschrieb: „Die Bindesubstanz ist ihrer Hauptmasse nach gebildet aus hellen grossen Zellen mit relativ kleinem, wandständigem Kern. Zwischen diesen Zellen kann sich eine homogene Substanz in verschieden grosser Ausdehnung bilden, wahrscheinlich als einfaches Abscheidungsprodukt dieser Zellen“ (S. 190 a. a. O.) Auch habe ich in diesem Aufsatz zuerst den Ausdruck „Bindesubstanzzellen“ angewendet, sowie ich auch vor *Virchow* in m. Aufsatz über die Haut der Süsswasserfische (Zeitschr. f. w. Z. 1850) der „Lücken“ im Bindegewebe gelegentlich gedacht habe: „durch die Einschnürungen von Seiten der Spiralfasern entstehen Lücken zwischen den Bindegewebsbündeln, welche von hellem scharfconturirtem Aussehen sind und je nachdem man sie im Längen- oder Querschnitt sieht eine veränderte Gestalt zeigen.“ Später deutete ich sie nach den Anschauungen *Virchow's*.

Dritter Abschnitt.

Gewebe der selbständig gebliebenen Zellen.

§. 38.

Allgemeiner Charakter.

In den vorausgegangenen Geweben war die Intercellularsubstanz man könnte sagen das Hauptconstituens des Gewebes; in den jetzt aufzuzählenden behalten die Zellen die Oberhand. Meist ist der Intercellularstoff so auf ein Minimum beschränkt, als eben hinreicht, die Zellen unter einander zu verkleben.

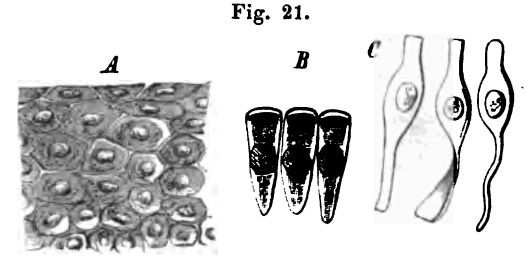
Es zählt hieher

1) Blut und Lymphe, bei welchen die Intercellularsubstanz flüssig bleibt und den *liquor sanguinis* repräsentirt, die Blut- und Lymphkügelchen sind die isolirt gebliebenen Zellen.

2) Die Epithelien, hier sind die Zellen zu hautartigen Lagen an einander gereiht und decken freie Körperflächen. Bleiben die vereinigten Zellen weiche, kernhaltige Bläschen, so heisst die aus ihnen

gebildete Haut Epithelium, haben sie hingegen theilweise die blasige Natur aufgegeben, sind sie härtlich geworden, oder nach gewöhnlichem

Fig. 21.

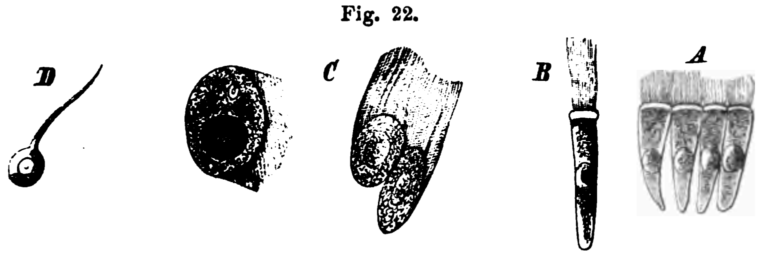


Epithelformen.

A Geschichtetes Plattenepithel, B Cylinderepithel, C Cyliderepithel, dessen Zellen nach unten so comprimirt sind, dass sie bei gewisser Stellung in einen Faden auszulaufen scheinen (aus den unteren Epidermisschichten von Triton).

Ausdruck, verhornt, so nennt man dergleichen Zellenlagen Epidermis. Je nachdem die Zellen in ein- oder mehrfacher Schicht das Epithel zusammensetzen, oder ihre Gestalt vom Rundlichen ins Polygonale oder Kegelförmige abändern, oder in Flimmerhaare und undulirende Membranen ausgewachsen sind, spricht man von einem einfachen Epithel, einem geschichteten Epithel, Platten-, Cylinder-, Flimmerepithel. Doch darf man nicht ausser Acht lassen, dass z. B. das geschich-

Fig. 22.



Flimmerepithel.

A Cylindrische Zellen mit mässig langen, B mit längeren Flimmerhaaren, C rundliche Flimmerzellen (von Räderthieren und vom Fischegel), D Flimmerzelle mit einer einzigen starken Cilie (aus dem Ohr von Petromyzon). (Starke Vergr.)

tete Plattenepithel in seinen verschiedenen Lagen sehr differente Zellenformen hat, man beobachtet so in den untersten Schichten der Epidermis der Fische, des Epithels der *Conjunctiva oculi* der Säuger u. a. O. cylindrische Zellen von bedeutender Länge, in dem Flimmerepithel der Nase von allen Wirbelthieren scheinen die untersten Zellen sogar eine verästelte Form zu haben u. dergl. mehr. Die zackigen Formen, welche *Kölliker* als etwas Eigenthümliches vom Epithel des Blasenhalses abbildet, kommen überall in den untern Lagen der geschichteten Plattenepithelien bei Wirbelthieren vor, wie man gut nach Aufbewahrung in doppelt chromsaurem Kali sieht. An den Flimmerzellen sind die Cilien von

wechselnder Länge, unter den Wirbelthieren, nach meiner Erfahrung, mit am allerfeinsten an den äuseren Kiemen der Batrachierlarven und des *Proteus*, am dicksten und borstenähnlich im Gehörorgan von *Petromyzon*, wo sie, wie *Ecker* nachwies, aus einem Bündel von Härchen bestehen; von ähnlicher zussammengesetzter Art giebt es auch, wie ich sehe, Cilien am Kopfende der Rotatorien. Die Stellen der Cilien werden ferner durch „undulirende Membranen" vertreten; ja am freien Rande von häutigen, undulirenden Säumen können noch Wimperhaare eingefügt sein, wovon *Busch* (Müll. Arth. 1855) ein Beispiel an dem Infusorium *Trichodina* nachgewiesen hat.

Es giebt endlich Epithelien, deren Zellen dadurch, dass sie stachelartig auswachsen, an Flimmerzellen erinnern, ohne jedoch Bewegungserscheinungen kund zu geben. Hieher gehören z. B. die Epithelzellen in den sog. Schleimkanälen des *Notidanus*, in der Schnecke der Vögel, der Säuger (s. unten).

§. 39.

Der Inhalt der Epithelzellen ändert sich ab von einer morphologisch indifferenten körnigen Substanz zu Fett (z. B. in den kahlen, lebhaft gefärbten Hautstellen der Vögel), oder in Pigment, oder er umschliesst auch wohl Bildungen von ganz specifischer Art, (z. B. die Nesselorgane der Polypen und Quallen). Interesse verdient, dass in bestimmten Epithellagen einzelne Zellen einen besonderen Inhalt entwickeln und dann hiedurch, sowie durch vergrösserte Gestalt von den Nachbarzellen beträchtlich abweichen. Dahin gehören die von mir „Schleimzellen" genannten Bläschen, welche in der Epidermis mancher Fische und Amphibien zwischen die gewohnten Zellen eingereiht sind; ferner markiren sich auf der Schleimhaut des Tractus und der Respirationsorgane aller Wirbelthiere, sowie auf der äusseren Haut von Wirbellosen, im Falle sie, wie bei Schnecken, Muscheln, der Schleimhaut ähnelt, zwischen den Cylinderzellen in Abständen etwas keulenförmig angeschwollene Zellen mit dunkelkörnigem Inhalt. Sie entsprechen wahrscheinlich nach ihrer Function den Schleimzellen der Plattenepithelien und bersten von Zeit zu Zeit, um ihren Inhalt zu entleeren.

§. 40.

3) Die Drüsenzellen, welche die verschiedenen Drüsenräume auskleiden, auch wohl anfüllen und mit den Epithelien der betreffenden Häute continuirlich zusammenhängen. Auch sie können die verschiedenen Zellenformen wieder haben, also von rundlicher cylindrischer Gestalt sein, selten aber flimmern sie. Ich kenne wenigstens bis jetzt wimpernde Drüsenzellen nur in den Zungendrüsen des *Triton igneus*, in den Uterindrüsen des Schweines, in den Nierenkanälchen der Fische und Reptilien, und in der Leber von *Cyclas*.

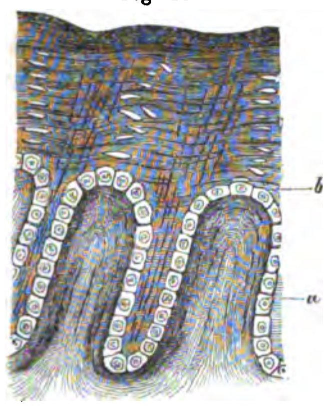
§. 41.

Cuticularbildungen.

Sowohl die freien Epithelien, wie jene der Drüsenräume (Sekretionszellen), vermögen homogene, hautartige Lagen abzuscheiden, denen

man den Namen *Cuticula* beigelegt hat. Man sieht nämlich bei Wirbelthieren und Wirbellosen häufig am freien Rande der Flimmer- und Cylinderzellen eine verdickte helle Schicht, welche durch die regelmässige Aneinanderlagerung der Zellen eine homogene Haut nachahmt, und es gelingt an einzelnen Orten durch Zusatz von Reagentien zu zeigen, dass die Haut nur scheinbar selbsständig sei, indem beim Auseinanderweichen der Zellen jede den ihr zukommenden Theil der Cuticularschicht an sich reisst. Die verdickten hellen Enden der Zellen können aber wirklich mit einander verwachsen, so dass nach Einwirkung von Reagentien ein selbständiges, hautartiges Gebilde isolirt werden kann, auf dem selbst, wenn es ein Flimmerepithel war, die Cilien aufsitzen bleiben. Gar nicht selten erlangt ferner bei Wirbellosen die *Cuticula* der äusseren Haut oder des Darmkanales, (wo sie gewöhnlich *Tunica intima* heisst,) der Drüsen, der Tracheen eine bedeutende Härte, indem sie chitinisirt. Auch scheint es eine weit verbreitete Erscheinung zu sein, dass solche homogene Cuticularbildungen von Kanälen durchbrochen werden, durch welche die darunter gelegenen Zellen mit der Aussenwelt, dem Darm- oder Drüsenlumen communiciren. Man kennt die Porenkanäle in der Haut bei Arthropoden, in der *Cuticula* des Darmes der Wirbelthiere; in manchen Drüsen der Insekten sind, entsprechend den grossen Sekretionszellen, die Löcher in der *Cuticula* umfänglicher, z. B. in der Explodirdrüse des *Brachinus*, in der unteren Speicheldrüse der Biene. Zu den Cuticularbildungen der Wirbelthiere stelle ich auch die sog. **Hornlage im Muskelmagen der Vögel**, die das in Lagen erhärtete Sekret der darunter befindlichen Sekretionszellen ist. Dieser Deutung geschieht meiner


Fig. 23.



Durchschnitt der Schleimhaut vom Muskelmagen der Taube.
a Epithelzellen, b abgeschiedenes Sekret, zu einer dicken Lage, der sog. Hornschicht des Magens erhärtend. (Starke Vergr.)

Meinung nach kein Abbruch, dass sich einzelne Zellen zwischen den Schichten eingeschlossen finden, was mir mehr zufällig und von unter-

geordnetem Belang zu sein scheint, denn die Hauptmasse der „Hornschicht“ sind eben die Lagen einer homogenen und hartgewordenen Zellenausscheidung. Auch in den dicken Cuticularbildungen der Wirbellosen, z. B. im Kiefer von *Helix* nach längerer Kalibehandlung lassen sich vereinzelte Zellen, namentlich gegen die Wurzel zu erblicken.

§. 42.

4) Das Horngewebe, in welchem die Zellen den höchsten Grad der Härte und Abplattung erreicht haben. Hieher zählen Nägel, Krallen, Klauen, Hufe, Haare, Federn und zahlreiche andere compacte Horngebilde der Wirbelthiere, wie Hörnerscheiden, Kieferscheiden etc.

5) Die Linse der Wirbelthiere, welche, wie die Entwicklungsgeschichte gelehrt hat, ein Stück umgewandelte Epidermis ist, wobei jede Zelle zu einer röhrigen Faser sich auszog.

Vierter Abschnitt.

Vom Muskelgewebe.

§. 43.

Das physiologische Merkmal dieses Gewebes ist eine ausgesprochene Contractilität oder das Vermögen, auf Reize sich zusammenzuziehen.

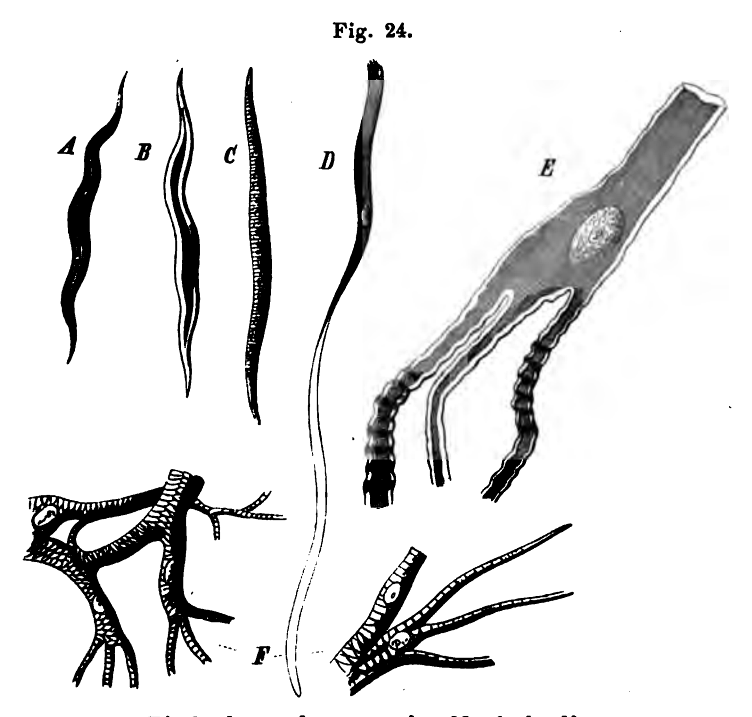
Sarcode. Die contractile Substanz ist umgebildeter Zelleninhalt, obschon allerdings nur in seltenen Fällen, z. B. am Leib der Süsswasserpolypen (*Hydra*) die Zelle zeitlebens ihren ursprünglichen Charakter beibehält. Einige Jahre lang unterschied man von den Muskeln oder der „geformten, contractilen Substanz“, die Sarcode oder die „ungeformte, contractile Substanz“, letztere sei structurlos und habe nichts mit Zellen zu thun. Bezüglich unsrer Süsswasserpolypen, Rotatorien und zarten Arthropodenlarven, denen man eine die Muskeln ersetzende Sarcode zuschrieb, ist diese Lehre, wie ich nachgewiesen zu haben glaube, gewiss unhaltbar, und sie soll jetzt auf die Organisationsverhältnisse der Infusorien gestützt werden; allein hier scheint mir die Unzulänglichkeit unsrer optischen Hilfsmittel allein Schuld, dass wir vorderhand nicht im Stande sind, das Herkommen der Sarcode aus Einheiten, welche den Zellen äquivalent sind, zu demonstriren.

§. 44.

Muskelfaser. Die embryonale Muskelzelle wächst gewöhnlich einfach in die Länge aus, wobei der sich erhaltende Kern ebenfalls die Längsform annimmt, in andern, schon seltneren Fällen verästelt sich die Muskelzelle und die Ausläufer von mehreren Zellen treten anastomotisch in Zusammenhang.

Wie nachher näher erörtert werden soll, so verlieren häufig die Muskelzellen die Selbständigkeit, indem sie durch Verschmelzung und fascikelweise bestimmte Abgrenzung von einander ihre Zellennatur ganz einbüssen. — Die contractile Substanz zeigt sich in der rohrartig ausgewachsenen Muskelzelle entweder von gleichartigem, homogenem Aussehen oder sie bekundet eine Sonderung in kleine Stückchen von bestimmter Form und Gruppirung, welche man die primitiven Fleischtheilchen (sarcous elements, *Bowman*) nennen kann. Man hat sich seit langem dahin geeinigt, nach der ebengedachten, verschiedenen Beschaffenheit der contractilen Substanz zwei Reihen von muskulösen Fasern aufzustellen, wovon die mit homogenem Aussehen die glatten oder einfachen, jene mit dem in kleine Partikelchen differenzirten Inhalt die quergestreiften

Fig. 24.



Einfache und verästelte Muskelzellen.

A sog. glatte Faser mit gleichmässigem Inhalt, B eine solche, die eine Differenzirung von Mark- und Rindensubstanz zeigt, C eine andere, deren Inhalt eine quergestreifte Masse geworden ist, D lang ausgewachsene und platte Faser, E verästelte Muskelzelle von einem Weichthier (Carinaria), F verästelte quergestreifte Muskeln von einem Arthropoden (Branchipus). (Starke Vergr.)

heissen. Neuere Erfahrungen haben indessen dargethan, dass die Natur auch auf diesem Gebiete keine strenge Scheidung liebt; es hat sich vielmehr gezeigt, dass die beiderlei Muskelarten durch manchfache Mittelstufen aus der einfachen, glatten Faser in die echt quergestreifte verbunden werden und dass eigentlich nur für die Endpunkte der

Reihe die Bezeichnung „glatte und quergestreifte Faser“ eine Berechtigung hat.

Ausser den Gründen, welche vom Inhalte der Muskelfasern abgeleitet, die Grenze zwischen glatten und quergestreiften Muskeln verwischen, kommt auch noch, dass wie *Remak* angiebt, die glatten Fasern, denen man bisher allgemein nur einen einzigen Kern zuschrieb, zwei und drei centrale Kerne besitzen können.

Die Muskelzelle vermag zu einer sehr langen Faser oder was dasselbe ist, Muskelcylinder auszuwachsen; ich glaube z. B. an Schnecken gesehen zu haben, dass im Fuss die Längscylinder, ohne sich zu theilen, nach der ganzen Länge des Fusses sich erstrecken. Bei den Gordiaceen geht jedes „Primitivbündel“ ohne Unterbrechung und ohne Anastomose von einem Körperende zum andern. (*Meissner.*)

§. 45.

Die *„vita propria“* der Muskelfaser äussert sich verschieden, je nachdem der Inhalt derselben gleichartig ist oder eine Weitergliederung in die „primitiven Fleischtheilchen“ erfahren hat: der glatte oder einfache Muskel zieht sich langsam, allmählig zusammen und seine Zusammenziehung überdauert den Reiz, der quergestreifte Muskel hingegen antwortet auf die Erregung mit rascher Contraction, die nachlässt, sobald der Reiz vorüber ist. Rücksichtlich der homogenen, contractilen Substanz der Muskelzelle oder Röhre (glatte Muskelfaser) kann vom morphologischen Standpunkt aus nichts näheres beigebracht werden; viele Mühe hat man auch darauf verwandt, um hinsichtlich der „primitiven Fleischtheilchen“, welche durch eine bestimmte, regelmässige Anordnung die Querzeichnung hervorrufen, eine bestimmtere Vorstellung zu gewinnen. Die noch am besten begründete Auffassung lautet dahin, dass die primitiven Fleischtheilchen bald mehr nach der Länge, bald mehr in die Quere mit einander verbunden sind und demnach beim Zerfallen eines Muskelstückchens in linearen (Fibrillen) oder in scheibenförmigen Figuren (Discs) beisammenklebend gesehen werden. Mich haben wiederholte Untersuchungen auf die Seite jener Forscher (*Bowman, Remak, Brücke* u. A.) gedrängt, welche behaupten, die sog. Fibrillen seien Kunstprodukte und nicht als die eigentlichen Elemente der Muskelsubstanz zu betrachten, doch darf nicht vergessen werden, dass an manchen Orten „Fibrillen“ sehr leicht darzustellen sind, wie z. B. an den Thoraxmuskeln der Insekten, an den Muskeln der *Mermis* beschrelbt sie auch *Meissner.* — Dieser Erklärung sei es mir erlaubt, folgende gewagtere Ansicht anzuschliessen.

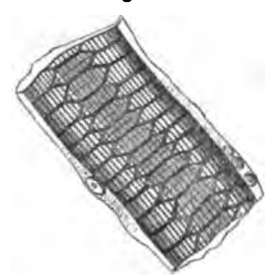
§. 46.

Aehnlichkeit zwischen Muskel und elektrischen Organen.

Bekanntermaassen übertreffen im Ganzen genommen die sarcous elements der Arthropoden an Umfang die der Wirbelthiere und auch beiläufig bemerkt, sind sie bei andern Wirbellosen, wo sie vorkommen, bei *Sagitta* z. B., grösser als bei den höheren Thieren. Behandelt man nun frische Muskeln aus dem lebenden Thier (ich gebrauchte hiezu *Forficula*) mit leicht angesäuertem Wasser und studirt die Objecte

mit sehr starker Vergrösserung (780maliger, *Kellner* Syst. 2, Oc. II.) so erinnert bei scharfem Zusehen das Bild lebhaft an das Aussehen des elektrischen Organs der Fische. Gleichwie dort eine gallertartige Substanz innerhalb eines regelmässig vertheilten Fachwerkes liegt, wodurch eine Zusammensetzung aus prismatischen Säulen sich darbietet, so grenzen sich auch die primitiven Fleischtheilchen in langgezogen viereckiger Form von einander ab. Je eine Anzahl von derartig aneinandergestellten Fleischtheilchen tritt von neuem zu einem gewissen Ganzen zusammen, wodurch grössere Abtheilungen von deutlich hexagonalem Umriss entstehen. Ich möchte darnach vermuthen, dass die Muskelsubstanz im Kleinen ein ähnliches Schema des Baues einhält, welches wir vom elektrischen Organ der Fische (der Zitterrochen z. B.) kennen und möchte

Fig. 25.



Stück eines sog. Muskelprimitivbündels von Forficula, um die Aehnlichkeit in der Anordnung des Inhaltes mit dem elektrischen Organ der Fische zu zeigen. (Starke Vergr.)

den Gedanken aufkommen lassen, dass die Muskeln und die elektrischen Organe verwandte Bildungen seien. Stellen wir uns beide vom morphologischen Gesichtspunkt aus einander gegenüber, so findet die Substanz eines primitiven Fleischtheilchens sein Aequivalent in jenen Gallertportionen, welche von den kleinsten Abtheilungen der Säulen umschlossen werden und der ganzen Säule entsprechen die ebenfalls sechsseitig begrenzten Aggregate der sarcous elements.

§. 47.

Uebrigens hat sich die Meinung von einer verwandtschaftlichen Beziehung zwischen Muskelsubstanz und elektrischem Organ schon mehrmals in früherer Zeit aufgethan. Aeltere Anatomen nennen z. B. die elektrischen Organe *Musculi falcati*; *G. Carus* (in s. Zootomie) hebt ausdrücklich hervor, wie es ihm höchst bedeutungsvoll scheine, dass sich zwischen dem elektrischen Organ der Fische und dem gewöhnlichen Muskelfleisch eine auffallende Uebereinstimmung nicht verkennen lasse. Da in der Wirbelmuskulatur des *Petromyzon* sich zwischen die aponeurotischen Scheidewände zahlreiche dicht an einander liegende Septen einschieben, so wird die Muskelsubstanz in gewissermassen kleine Kästchen abgeschlossen und die Aehnlichkeit dieser Einrichtung mit der Bildung des elektrischen Organs bei *Tor-*

pedo ist schon mehrmals aufgefallen. Auch *Bergmann* und *Leuckart* haben in ihrer „vergleichenden Physiologie“ die elektrischen Organe wenigstens anhangsweise mit den Bewegungswerkzeugen in Verbindung gebracht, was sie damit stützen, dass diese merkwürdigen Apparate wie die Muskeln von den Centraltheilen des Nervensystems aus unmittelbar in Thätigkeit gesetzt werden können und dass auch im Muskel in den Augenblicken des Ueberganges aus Ruhe in Thätigkeit und umgekehrt Umwandlungen des elektrischen Prozesses geschehen, welche eine Wirkung auf die nächste Umgebung des Muskels ausüben. Dazu kommt jetzt, wie ich angedeutet habe, die Aehnlichkeit im Baue und vielleicht darf man hoffen, dass diese Hinweisung künftighin für unsere physiologischen Kenntnisse wird ausgenutzt werden können. — Noch eine andere Betrachtung gesellt sich hinzu. Wenn Muskeln und elektrische Organe verwandte Eigenschaften darbieten und man sich daran erinnert, dass die Wimperhärchen durch ihre Wiedererregbarkeit in Kalilauge (*Virchow*) der Muskelsubstanz sich annähern, so ruft man sich auch die Mittheilungen *Schnetzler's* (Bibliotheque de Genéve, Avril 1849) in's Gedächtniss, wornach die Wimperbewegung von elektrischen Strömungen abhängen mögen, da nach seinen Versuchen Haare an den Conductor einer Elektrisirmaschine befestigt, in feuchter Luft oder bei Benetzung sich krümmen und abwechselnd strecken, in analoger Weise, wie die arbeitenden Wimperhärchen. Und so scheint mir eben, als ob alle unsere fragmentaren Erfahrungen über Muskel und Ciliarthätigkeit auf etwas Gemeinsames hinzeigen, darauf nämlich, dass sie im Anschluss an die gedachten Organe der Fische mit elektrischen Vorgängen näher verknüpft sind.

§. 48.

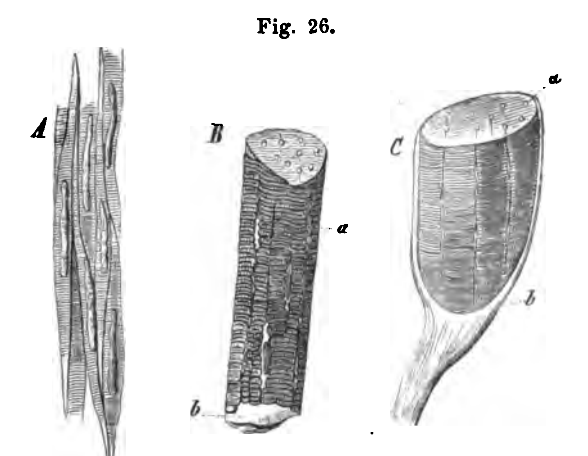
Muskelbündel.

Ueber die Weise, nach welcher die ursprünglichen Muskelzellen in späterer Zeit die grösseren Muskelstreifen zusammensetzen, herrscht noch mancher Zwist und ich beschränke mich darauf, meine über diese Frage gewonnenen Einzelbeobachtungen kurz in Folgendem zu ordnen.

Eine Anzahl von ausgewachsenen Muskelzellen (Faserzellen der Autoren) vereinigt sich in so weit zu einem Ganzen und wird durch Bindesubstanz zusammengehalten, dass man wenigstens erst auf künstlichem Wege, etwa durch Einwirkung von Reagentien, namentlich durch Salpeter- und Salzsäure von 20% die Muskelzellen wieder zu isoliren vermag. Diess gilt für die einfachen oder glatten Muskeln, sowie für die Uebergangsformen von den glatten zu den quergestreiften Muskeln. Ein anderer Modus ist der, dass eine Gruppe von Muskelzellen jede seitlich mit ihren Rändern, so zu einem Längsstreifen zusammenschmilzt, dass die einzelnen Muskelzellen in der Bildung des neuen Ganzen entweder ganz aufgehen oder nur noch in schwächeren oder schärferen Spuren ihre Selbständigkeit durchblicken lassen. Man

nennt einen auf derartige Weise entstandenen feinen Mukelstreifen ein **Primitivbündel**, wobei man dann ferner für die den Primitivbündel herstellenden, ihrer Selbständigkeit beraubten Muskelzellen die Bezeichnung **Primitivcylinder** wählen darf. Früher glaubte ich mit Andern beobachtet zu haben, dass der Primitivbündel seine Längendi-

Fig. 26.



Muskelfasern zu neuen Einheiten oder Bündeln verbunden.

A aus dem Bulbus arteriosus des Salamanders; die quergestreiften Muskelzellen haben, obschon sie dicht aneinander gereiht sind, eine gewisse Selbständigkeit beibehalten.

B u. C. sog. Muskelprimitivbündel mit Verschmelzung der primitiven Cylinder: a das Lückensystem innerhalb der contractilen Substanz, b das Sarcolemma. (Starke Vergr.)

mension durch Ansatz neuer Zellenreihen vergrössere, gegenwärtig aber ist mir die Annahme wahrscheinlicher geworden, dass nur durch Auswachsen der ursprünglichen, die Primitivbündel zusammensetzenden Muskelzellen, dieser in der Länge zunehme. — Die Abschliessung einer kleineren oder grösseren Gruppe von Primitivcylindern (die ursprünglichen umgewandelten Muskelzellen) zu der neuen histologischen Einheit, oder dem sog. Primitivbündel erfolgt durch homogene Bindesubstanz (Sarcolemma).

§. 44.

Es gehört zu den Eigenschaften der Primitivbündel, dass sie, wie ich gefunden, von einem feinen Lückensystem durchbrochen sind, welches durch seinen Verlauf, selbst in jenen Bündeln, an welchen die Zusammensetzung aus Primitivcylindern sehr verwischt ist, die ursprünglichen Abtheilungen noch errathen lässt.

Es gibt auch verästelte Muskelprimitivbündel, die entweder untereinander anastomosiren, oder deren Aeste fein auslaufend, sich unmittelbar in's Bindegewebe verlieren.

Chemisch betrachtet erscheint die contractile Substanz stickstoffhaltig und dem Faserstoff verwandt. Man führt sie unter dem Namen Muskelfibrin oder Syntonin auf.

Als man auf die *Querstreifung* der Muskelfasern aufmerksam geworden war, versuchten die Beobachter vielerlei, mitunter sehr wunderliche Erklärungen, die man jetzt füglich, ohne ungerecht zu sein, zur Seite stellen kann. Zuletzt blieben viele Forscher dabei stehen, dass „variköse Fibrillen“ das Ansehen der Querstreifen bedingen. Ich halte, wie oben angegeben, jene Ansicht für naturgemässer, welche in den „primitiven Fleischtheilchen“, ohne auf ihre Aneinanderklebung nach der Länge und Quere ein besonderes Gewicht zu legen, die Elemente erblickt, und vielleicht könnte, was ich über die Aehnlichkeit der quergestreiften Muskelsubstanz mit den elektrischen Organen äusserte, dazu dienen, unsre Vorstellungen über das Muskelgewebe etwas abzurunden. Im elektrischen Organ wäre eben in kolossaler Weise ausgeführt, was am Muskel in höchst minutiöser Art sich wiederspiegelt. — Dass in den sog. glatten Muskeln manche Mittelglieder von der rein homogenen contractilen Substanz zur quergestreift differenzirten vorkommen, davon werden im speziellen Theil mehre Beispiele anzuführen sein. — Das feine verzweigte *Lückensystem* mit Kernrudimenten in den Knotenpunkten wurde bisher verkannt, indem man (*Bowman*, *Kölliker*) auf Muskelquerschnitten die Querschnitte der Lücken für die „Muskelfibrillen“ gehalten hat, die eigentliche contractile Substanz wurde für eine die vermeintlichen Fibrillen verkittende Zwischenmaterie erklärt (vergl. m. Aufs. in Müll. Archiv 1856). Die in Distanzen auftretenden „Längsstreifen des Primitivbündels“ sind ebenfalls die Lücken zwischen den das Bündel zusammensetzenden Muskelcylindern, auch sieht man sie an naturgetreuen, nicht schematischen Abbildungen quergestreifter Bündel in diesem Sinne gezeichnet, (man vergl. z. B. die Darstellungen, welche *v. Erlach* in Müllers Archiv 1847 über die organischen Elementartheile bei polarisirtem Licht gab), und endlich sind die fraglichen „Längsstreifen“ auch von Anderen als Reflex von Spaltungen zwischen Längstheilen (Fibrillen) des Muskelbündels angesehen worden.

Die *Verzweigung* der Muskelprimivbündel scheint *Leeuwenhoek* zuerst am Herzen wahrgenommen zu haben. Nach ihm hat unter den mir bekannten Schriftstellern *Ramdohr* (1811) die nächste Abbildung von solchen Muskeln gegeben. Später wurden ähnliche Mittheilungen von Seite *R. Wagner's*, *Leuckart*, *Stein* nicht besonders gewürdigt, bis man erst in neuerer Zeit einen gewissen Werth darauf legte, indem man sich überzeugte, dass im Herzen der Wirbelthiere und vieler Wirbellosen, dann namentlich in den Eingeweiden zahlreicher Arthropoden ramifizirte Muskelprimitivbündel eine Rolle spielen.

Der Ausdruck *Sarcolemma* kann eine doppelte Anwendung finden, entweder für das bindegewebige Rohr, welches die zum sog. Primitivbündel vereinigten Primitivcylinder umschliesst, oder auch für die Membran der einfach oder ästig ausgewachsenen Muskelzellen, welche, obschon ihr Inhalt querstreifig ist, doch eine gewisse Selbständigkeit bewahrt haben.

Die glatten Muskelfasern, welche man durch Salpetersäure isolirt hat, sind etwas schmäler geworden und besitzen zahlreiche Einknickungen oder Drehungen.

Fünfter Abschnitt.

Vom Nervengewebe.

§. 50.

Das Nervengewebe vermittelt die Empfindung, Bewegung, die Seelenthätigkeiten. Auch die Nervensubstanz ist umgewandelter Zelleninhalt, und zwar behalten zum Theil die Zellen ihren Charakter bei und heissen Ganglienkugeln oder sie wachsen in Fasern aus und bilden damit die Nervenfibrillen.

§. 51.

Ganglienkugeln.

Die Ganglienkugeln werden nach ihrer Form abgetheilt in sog. apolare oder rundliche, in unipolare oder solche die nach einer Seite hin sich faserartig verlängern, in bipolare oder mit zwei Fortsätzen versehene und endlich in multipolare oder Ganglienzellen mit vielen und selbst wieder verästelten Ausläufern. Da bei der gewöhnlichen Präparationsmethode die Fortsätze der Ganglienkugel leicht abreissen, so wird von mehren Forschern (*R. Wagner*) die Existenz von wirklich apolaren Ganglienzellen in Abrede gestellt und die so scheinenden für verstümmelte Objecte erklärt. In sehr vielen Fällen hat es mit dieser Verwerfung der apolaren Ganglienkugel gewiss seine Richtigkeit, ob sie aber ausnahmlos (wie es mir fast dünkt) angenommen werden darf, müssen noch fernere Untersuchungen bestimmen.

Die multipolaren Ganglienkugeln, bei Wirbelthieren leicht nachweisbar, scheinen bei Wirbellosen seltener zu sein, doch sind sie auch hier mit Sicherheit beobachtet worden von *Meissner* an *Mermis* und den Nervencentren des *Gordius*, sowie in neuester Zeit von *Wedl* am Nervensystem der Nematoden.

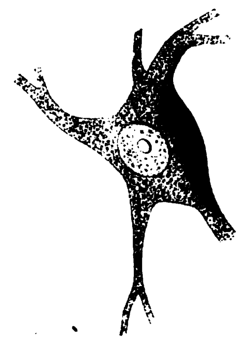
§. 52.

Nähere Beschaffenheit.

Fassen wir die Natur der Ganglienkugeln näher in's Auge, so zeigt sich, dass sie sämmtlich und bei allen Thieren einen gewissen blassen, meist farblosen, zarten Habitus haben und leicht zerstörbar sind. Sie schliessen sich entweder nach aussen durch eine zarte Membran ab oder es mangelt ihnen, wie namentlich in den Nervencentren eine membranöse Umhüllung. Ihre Grundmasse oder der „Zelleninhalt“ ist eine homogene zahlreiche Körnchen zusammenhaltende Substanz, die Körnchen meist farblos, häufig auch gelblich oder bräunlich gefärbt. Bei Wirbellosen können die Anhäufungen der Ganglienkugeln selbst für das freie Auge eine ausgesprochene gelbe

oder rothe Farbe haben, was wir z. B. am Gehirn von *Lymnaeus, Planorbis, Paludina* sehen, doch ist diese Pigmentirung diffuser Art, sie rührt her

Fig. 27.



Multipolare Ganglienzelle. (Starke Vergr.)

von einer rothen Flüssigkeit, welche das ganze Ganglion durchtränkt und nachdem das Neurilem eingerissen ist, in Tropfen herausquillt. Aus dem Bereiche der Wirbelthiere ist mir nur die gelbe Färbung der *Macula lutea Retinae* bekannt, die, gleichfalls von diffuser Art, hierher gehört. — Der Kern der Ganglienkugel, immer deutlich aus dem körnigen Inhalte herausscheinend, ist rund und besitzt ein oder mehrere Kernkörperchen. Die Grösse der Ganglienkugeln ist verschieden, die bedeutenderen lassen sich mit freiem Auge als weisse Punkte unterscheiden.

§. 53.

Nach neueren Mittheilungen scheint es, als ob im Inhalt der Ganglienzellen noch weitere Differenzirungen zur Darstellung gebracht werden können. *Remak* beschreibt nämlich von der körnigen Substanz der Ganglienkörper der *Raja batis* (nach 24stündiger Aufbewahrung in Chromsäure) ein faseriges Gefüge in zwei Schichten. Die innere Schichte von Fäserchen umlagert den Kern, die äussere geht nach beiden Polen in den Canal des „Achsenschlauches" über. Ebenso hat jüngst *Stilling* der pariser Academie Untersuchungen über eine feinere Zusammensetzung der Ganglienzellen, als bisher angenommen war, vorlegen lassen: die Hülle, welche allen Ganglienkugeln zukomme, hänge vermittelst „Elementarnervenröhrchen" nach aussen mit benachbarten Ganglienkugeln, zusammen, nach innen mit dem Parenchym, welches aus einem dichten Netz derselben Röhrchen bestehe. Der Kern der Ganglienkugeln von gleicher Struktur, zeige viele doppelte Conturen, unterbrochen durch Röhrchen, welche einerseits in das Parenchym, andererseits zum *Nucleolus* sich begeben. Der *Nucleolus* bestehe aus drei concentrischen Schichten von verschiedener Farbe, die centrale sei roth, die mittlere bläulich, die äussere orangegelb, von jeder Schicht aus lassen sich Verlängerungen bis zum Rande des Kernes verfolgen. Compt. rend. 1855 N. 20 u. 21.

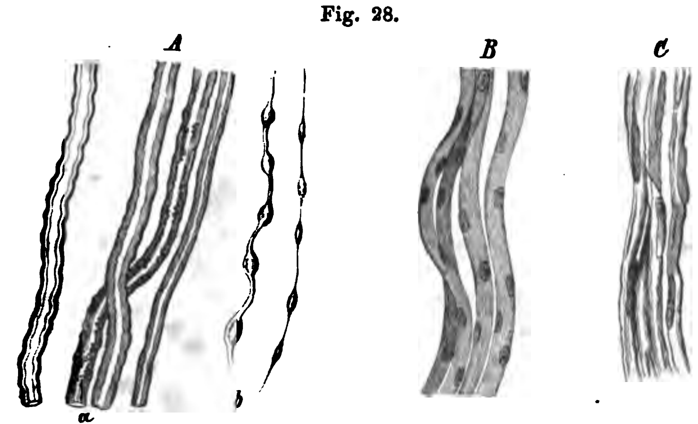
§. 54.

Dunkelrandige Nervenfasern.

Die **Nervenfasern** der Wirbelthiere zerfallen vom Gesichtspunkt der Struktur aus in die dunkelrandigen und in die blassen Fibrillen.

Die **dunkelrandigen**, auch markhaltigen genannt, sind von wechselnder Dicke, so dass man feinere und stärkere unterscheidet, und bestehen 1) aus einer homogenen Hülle, hie und da mit Kernrudimenten versehen; doch scheint diese Hülle oder Scheide keineswegs constant zu sein, sondern kann auch, namentlich an den feineren Fasern fehlen, 2) aus der Nervensubstanz; da nun letztere auf künstlichem Wege durch Einwirkung von Reagentien (Chromsäure, Sublimat etc.), sowie bei beginnender Zersetzung sich in eine centrale Faser und eine körnig-krümliche peripherische Schicht leicht sondert, so wird herkömmlicher Weise die dunkelrandige Nervenfaser als zusammengesetzt betrachtet aus der Markscheide und dem Achsencylinder. Die **Markscheide** ist eine fettreiche Substanz, welche

Fig. 28.



Nervenfasern.
A dunkelrandige, a breite Fasern, b feine, varikös gewordene;
B Blassrandige (*Remak*'sche Fasern).
C Mittelstufe zwischen den beiden vorhergehenden. (Starke Vergr.)

der Nervenfaser die dunkeln Ränder bei durchgehendem Licht und den Silberglanz bei auffallendem verleiht. Sobald der Nerv erkaltet ist, gerinnt sie zu der erwähnten körnig-krümlichen Schicht, häuft sich auch wohl an den feinen Nervenröhren stellenweise an, macht sie dadurch in Abständen knotig und wandelt sie zu den sog. **varikösen Nervenfasern** um. Der **Achsencylinder** erscheint von blassem Aussehen, häufig mit unregelmässig gezakten Rändern, homogen, granulär auch fein streifig, drehrund oder platt, Habitus und Verhalten gegen Reagentien deuten auf einen eiweisshaltigen Körper. Nach *Remak* wäre der Achsencylinder ein Schlauch, was mir noch nicht zu sehen geglückt ist. *Stilling*, in Uebereinstimmung mit seiner oben erwähnten Schilderung des Baues der Ganglienzelle, behaup-

tet in der jüngsten Zeit, dass man die Struktur der Nerven überhaupt verkannt habe, was bisher als Scheide und Mark der Nervenfibrille bezeichnet wurde, bestehe aus einem Geflecht ausserordentlich zarter Röhrchen, welche in allen Richtungen, longitudinal, transversal und sehr schräg verlaufend sich theilen und anastomosiren, so dass sie ein wahres Netzwerk bilden, in diesen feinen Röhrchen sei das ölige Nervenmark enthalten. Der Achsencylinder sei aus wenigstens drei concentrisch in einander geschachtelten Lagen zusammengesetzt, von jeder dieser Lagen entspringe eine Anzahl feiner Röhrchen, die sich nach aussen wenden, um in das Netzwerk der peripherischen Partie einzugehen. Mit diesen Angaben *Stilling's*, welche sich auf sehr starke Vergrösserungen stützen, mögen wahrscheinlich die Figuren der geronnenen und hart gewordenen Nervensubstanz näher geschildert sein, aber ich vermag nicht denselben im Augenblick eine rechte Bedeutung beizulegen, um so weniger, als ich jener gegnerischen Auffassung zugethan bin, nach welcher der lebende Nerv von gleichförmiger Mischung ist und die Scheidung in Achsencylinder und Markhülle für eine Zersetzung post mortem halte. *)

§. 55.

Blasse Nervenfasern. Die blassen Nervenfibrillen (marklose, *Remak*'sche Fasern) ermangeln des Fettreichthums der vorhergegangenen Fasern, sind daher auch nicht nach der verschiedenen Beleuchtung dunkelrandig oder weiss, sondern blass conturirt und grau. Sie finden sich namentlich in grösserer Menge im Sympathicus und könnten nicht mit Unrecht auch den Namen sympathische Nervenfasern tragen. Sie bestehen aus der homogenen kernhaltigen Hülle und einer fein granulären Inhaltsmasse, welche dem Inhalt der dunkelrandigen Fasern nach Abzug des Fettes gleich zu setzen ist.

---

*) Es sind unterdessen die ausführlichen Mittheilungen über diesen Gegenstand erschienen: über den Bau der Nervenprimitivfaser und der Nervenzelle von Dr. *Stilling*. Frankfurt 1856. Kaum dürfte Jemand nach dem gegenwärtigen Standpunkt der Mikroskopie im Stande sein, über die Darstellungen des genannten Forschers ein sicheres Urtheil zu fällen. *Stilling* hat nämlich mit Vergrösserungen gearbeitet (700—900 linear), welche man bisher allgemein aus Furcht vor optischen Täuschungen nicht anzuwenden wagte. Sollten aber neuere Instrumente so verbessert sein, dass dergleichen Vergrösserungen mit Erfolg in Anwendung gezogen werden könnten, so muss man a priori erwarten, dass Bildungen, die wir jetzt noch homogen oder strukturlos nennen, bestimmte Strukturverhältnisse offenbaren werden. Auch über den andern Punkt, der eingeworfen werden könnte, dass nämlich die so exakt gezeichneten Figuren *Stilling's* Kunstprodukte versinnlichten, lässt sich schwer streiten, denn dieser Vorwurf würde in gleichem Grade alle die neueren Untersuchungen (über *Retina* z. B.) treffen, welche mit Hülfe der Chromsäure angestellt wurden. *Stilling* selbst übrigens erwartet eine Bestätigung seiner Darstellung nicht „von der nächsten Zeit", sondern wünscht nur, dass man seine Methode der Untersuchung sorgfältig wiederholen solle.

§. 56.

Mittelstufen zwischen Beiden.

Gleichwie die echt quergestreifte Muskelfaser und die echt glatte Muskelfaser durch mannigfache Mittelstufen verbunden sind, so giebt es auch zwischen der dunkelrandigen Nervenfaser und der blassen Bindeglieder. Ich habe (Unters. üb. Fische u. Rept.) darauf aufmerksam gemacht, dass z. B. im Grenzstrange des erwachsenen Landsalamanders Nervenfibrillen vorkommen, welche den blassen Fasern dadurch nahe stehen, dass sie in ihrer Scheide zahlreiche, lange Kerne besitzen, sich aber den dunkelrandigen insofern nähern, als die Umrisse der Fasern an Schärfe die der blassen Fibrillen übertreffen, ohne die dunklen der cerebrospinalen zu erreichen, da eben die Markscheide oder das Fett in geringerer Menge zugegen ist, als bei den echt dunkelrandigen. — Für den leichten Uebergang der beiderlei Faserarten in einander spricht auch die bekannte Thatsache, dass die dunkelrandigen Nerven beim Embryo eine Zeit lang genuin blassrandig, ohne Fettscheide sind und diese erst nachträglich auftritt, sowie dass an gar manchen Orten die dunkelrandigen Fibrillen bei ihrer Endverbreitung zu blassen, des Fettes entbehrenden, Fasern werden, so z. B. die Elemente des *Nervus olfactorius*, die Enden der Hornhautnerven; endlich giebt es Wirbelthiere, welche nur blasse oder marklose Nerven besitzen, z. B. die Cyklostomen. Mitunter ist die Markscheide so zart, z. B. an den Ausläufern der Nervenfasern im elektrischen Organ von *Torpedo*, dass man erst bei sehr starken Vergrösserungen wahrnimmt, wie die anscheinend marklose Faser dennoch Spuren der Markscheide besitzt.

§. 57.

Verbindung der Ganglienzellen mit den Nervenfasern.

Die Nervenfasern und die Ganglienzellen liegen nicht einfach neben einander, sondern stehen unter sich in Verbindung und zwar gehen die Fortsätze der Ganglienkugeln unmittelbar als Inhalt der Nervenröhren fort. Eine unipolare Ganglienkugel dient so einer einzigen Nervenfaser zum Ursprung, die sich allerdings bald theilen kann, wesshalb auch mehre Fasern in Einer unipolaren Zelle wurzeln können, bei den bipolaren verlängert sich die Nervenzelle nach zwei meist entgegengesetzten Seiten zu Nervenfasern, bei den strahligen Ganglienkugeln werden die Ausläufer ebenfalls zum Theil zu Nervenfasern, zum Theil setzen sich die Ganglienkugeln dadurch selber in Vereinigung. Der weiche granuläre Inhalt der Ganglienkugeln stimmt in seinen Eigenschaften mit dem Inhalt der marklosen Nervenfasern und mithin auch, nach Abzug des Fettes, mit dem Inhalte der dunkelrandigen Fibrillen überein und setzt sich daher von Ganglienzelle zu Nervenfaser continuirlich fort und hält man sich an die durch Chromsäure bewirkte Differenzirung der dunkelrandigen Faser in Markscheide und Achsencylinder, so muss man sagen, die granuläre Substanz der Ganglienkugel verlängert sich als Achsencylinder in die Nervenfasern (nach *Axmann* soll der

Fig. 29.



A Zwei multipolare Ganglienzellen aus der Substantia ferruginea unter dem Locus coeruleus vom Menschen. Bei a eine Commissur, welche beide Zellen verbindet. (Nach *R. Wagner.*)

B Ganglienkugel aus dem kleinen Gehirn vom Hammerhai. a einer der blassen Fortsätze, er wird dicker und umhüllt sich b mit einer Fettscheide.

C Nervenfibrille aus dem Ganglion Trigemini von Scymnus lichia nach Chromsäurebehandlung: a der Achsencylinder, der unmittelbar in die körnige Substanz der Ganglienkugel übergeht. Er wird bei b allein von der homogenen, jetzt gefalteten Nervenscheide umgeben, während das Mark ausgefallen ist, c die Kerne der Nervenscheide. (Starke Vergr.)

Achsencylinder unmittelbar in den Kern des Ganglienkörpers übergehen) und wenn wie an den bipolaren Ganglienzellen die Nervenfaser auf ihrem Wege vom Centrum zur Peripherie durch eine ge-

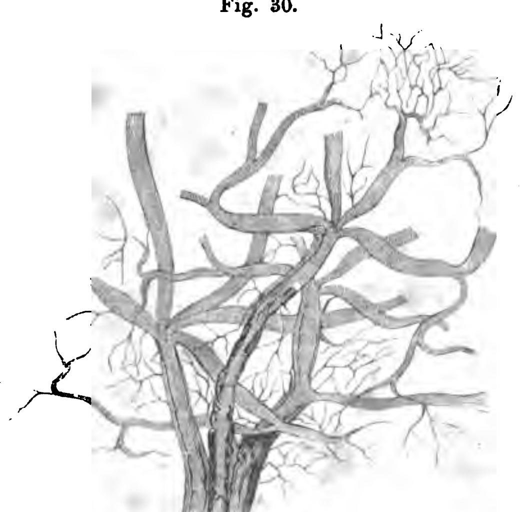
wissermaassen eingeschobene Ganglienkugel unterbrochen wird, lässt sich die den Kern der Ganglienzelle umgebende Substanz auch als ein angeschwollener Achsencylinder auffassen. An den bipolaren Ganglienzellen geht ferner die homogene Hülle der Nervenfaser ebenso continuirlich in die der Ganglienkugel fort, und worauf ich schon früher hingewiesen (Rochen und Haie S. 14, z. Anat. und Hist. d. Chim. monstr. Müll. Arch. 1851.) auch die Markscheide der Nervenfaser breitet sich über die Ganglienkugel aus und giebt ihr die auf die Hülle folgende, scharfe Contur. Auffallend stark finde ich diese Markscheide an den Ganglienkugeln des *Nervus acusticus* der Knochenfische (*Acerina cernua* z. B.) und der Reptilien (*Lacerta agilis* z. B.), wo desshalb die Ganglienkugel auf ganz gleiche Weise wie die entsprechende Nervenfaser dunkel gerandet ist und man beim ersten Anblick einfach bauchige Erweiterungen der Nervenfibrillen zu sehen meint. Für die Ganglienzellen, welche an zwei Enden mit dunkelrandigen Nervenfasern in Verbindung stehen, ist daher die Ansicht *Bidder's* sehr der Natur entsprechend, dass die Ganglienkugeln als hüllenlose Massen in Erweiterungen von Nervenröhren eingebettet seien. Eigenthümlich ist die Erscheinung, dass die deutlich nach innen gelagerten Kerne der homogenen Nervenfaserhülle, sobald sich letztere zur Aufnahme des Ganglienkörpers ausgeweitet hat, so zahlreich werden, dass man, wären sie noch von einer Zellenmembran umgeben, die aber durchaus fehlt, an ein Epithel denken könnte.

§. 58.

Verlauf und Endigung der Fasern.

Früher glaubte man den Satz aufstellen zu können, dass die Nervenprimitivfasern während ihres Verlaufes zur Peripherie sich

Fig. 30.



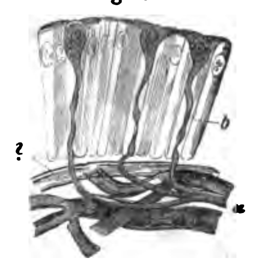
Endvertheilung von drei Nervenfibrillen aus dem Gallertkern des sog. elektrischen Organs aus dem Schwanze von Raja. (Starke Vergr.)

nie theilen. Spätere Untersuchungen haben das gerade Gegentheil hiervon dargethan und man weiss jetzt, dass Theilungen zu den gewöhnlichen Eigenschaften der Nervenfibrillen gehören, ja es scheint, als ob sämmtliche Nervenfibrillen von manchem Muskel oder gewisser Organe durch Verzweigung Einer einzigen centralen Stammfaser entstehen. So ist durch *Reichert* bekannt geworden, dass in einem Hautmuskel des Frosches 8 – 10 Fibrillen des Nervenstammes in nahezu 400 terminale Fasern ausliefen und dass ferner die bezeichneten 8 — 10 Fasern des Nervenstammes bei der Insertion in den Muskel durch weitere Vereinigung nach dem Rückenmark hin auf eine Zahl von 5 — 6 Fasern sich verringerten. Ein anderes Beispiel von noch erhöhter Vermehrung der Nervenfasern durch Theilung kennen wir aus den von mehren Seiten bestätigten Mittheilungen *Bilharz's* über das elektrische Organ von *Malapterurus electricus*. wo sich ergeben hat, dass alle Nervenzweige und Fasern durch Verästelung aus einer einzigen im Stamm enthaltenen Primitivfaser hervorgegangen sind.

Eine Frage, die vielfältige Beantwortungen erfahren hat und jetzt noch nichts weniger als befriedigend gelöst wurde, ist die nach der Endigung der Nervenfibrillen. Früher hiess es: alle Nervenfasern enden schlingenförmig, jetzt nach einigen Zwischenreden beeilt man sich, die Ansicht von den Endschlingen als einen Irrthum zu verbannen und statuirt 1) eine freie Nervenendigung, wobei entweder die Fasern sich fein zuspitzen, so in den Muskeln, oder sich kolbenförmig verdicken, wie das z. B. in den *Pacini*'schen Körperchen geschieht; 2) eine Endigung in terminale Ganglienzellen, z. B. im *Nervus vestibuli* des Gehörorganes, im Geruchsorgan; 3) eine Endigung in eigenthümliche, stabförmige Gebilde, so im Auge, in der Schnecke des Gehörorganes. Ich werde weiter unten, wenn die einzelnen Organsysteme an die Reihe kommen, manches an diesem Schema zu berichtigen finden. Hier sei nur, um einstweilen eine freiere Uebersicht zu gewinnen, vorgebracht, dass wie es nach neueren Erfahrungen scheint, eine Endigung der Nervenfasern sowohl jenseits ihres bindegewebigen Bodens statt haben kann, als auch innerhalb desselben. Scheiden wir die kolbige Verdickung des Nervenendes in den *Pacinischen* Körpern und die in den feinsten Verhältnissen noch nicht festgestellte Nervenendigung in den Tastkörperchen aus, so dünkt mir, dass die Endigung der Nervenfibrillen nach dem Typus der verzweigten Bindegewebskörper erfolgt, d. h. eine netzförmige ist. Wo die Lokalität der Untersuchung einigermaassen günstig sich erweist, hat man diese Endigung beobachtet (*Axmann* in der Haut des Frosches, *Hiss* in der Cornea), an den meisten Stellen aber hält es ausnehmend schwer, den feingewordenen Fibrillen weiter nachzugehen, so dass man gewöhnlich sie mit feinen Strichen enden zu sehen meint. Die Ansicht von einer netz-

förmigen Endigung der Nervenfasern scheint mir auch gestützt zu werden, wenn man sein Augenmerk auf die Entwicklung der Nervenfibrillen richtet. Ich sehe nämlich mit *Reichert* und *Bidder* dass die fraglichen Fasern in einer bindegewebigen Grundlage sich bilden und zwar so, dass in den sich verlängernden Bindegewebskörpern (die „feinen, röhrenförmigen Höhlungen“) die Nervensubstanz sich ansammelt. Auch im Schwanze der Batrachierlarven, ein bekanntlich sehr günstiges Objekt für dergleichen Forschungen, nimmt man klar und deutlich wahr, wie die Nervensubstanz sich in die verzweigten Zellen (Bindegewebskörper) absetzt und zwar von den Stämmen gegen die Peripherie vorschreitend, so dass zuletzt das Bild die grösste Neigung zur Verähnlichung mit dem Endnetze der Hornhautnerven zeigt. Auch sei angefügt, dass z. B. die dunkelrandigen Mesenterialnerven einer etliche Tage alten Katze, in *situ naturali* ein auffallend gezackt-randiges Aussehen mir darboten und dadurch an ihren Ursprung gemahnten.

Fig. 31.



Die anscheinende Nervenendigung in den Nervenknöpfen der sog. Schleimkanäle vom Kaulbarsch: a die Bogen der dunkelrandigen Fasern, b die Epithelzellen und zwischen ihnen die fraglichen Bildungen. (Starke Vergr.)

Was die Endigung der Nervenfibrillen jenseits bindegewebiger Straten, in den Epithelien nämlich, betrifft, wie man dergleichen in neuester Zeit im Geruchsorgan gesehen zu haben glaubt, so wage ich vorläufig nicht, eine bestimmte Meinung zu äussern, doch getraue ich mir anzugeben, dass, wenn die Nerven wirklich in das Epithel hereintreten, sie gewiss nicht in die Epithelzellen sich fortsetzen, sondern in eigene das Licht stark brechende Streifen, die man am Nasenepithel zwischen den Zellen sieht; noch mehr werde ich darin bestärkt durch die Ansichten, welche man an den von mir aufgefundenen Nervenknöpfen in den sog. Schleimkanälen der Knochenfische erhält, wozu man die beistehende Figur 31 vergleichen möge. Hier gehen nämlich zwischen den sehr langen, den Nervenknopf deckenden Cylinderzellen eigenthümliche fasrige Züge in die Höhe, ganz vom Habitus blass gewordener Nervensubstanz und enden in grubenförmigen Vertiefungen des Epithels mit einer zelligen Anschwellung.

§. 59.

Die beschriebenen Elemente des Nervengewebes, die Ganglienkugeln und Nervenfasern lagern sich in grösseren Massen zusammen und erzeugen damit Gehirn, Rückenmark, die Ganglienknoten und die Nervenstränge. Die Vereinigung der spezifisch nervösen Gebilde zu grösseren Abtheilungen erfolgt durch Bindegewebe, hier Neurilem genannt. Die weisse Substanz der Nervencentren besteht aus Anhäufungen von Nervenfibrillen, in der grauen Substanz walten die Ganglienkugeln vor, ebenso in den Nervenknoten und die peripherischen Nerven scheiden sich, wie die Primitivfasern in weisse silberglänzende Stränge oder cerebrospinale Nerven, und in grauröthliche etwas durchscheinende oder sympathische Nerven. Die ersteren bestehen aus dunkelrandigen Fasern, die letzteren hauptsächlich oder ganz aus blassen oder *Remak*'schen Fibrillen.

§. 60.

Es ist ein allgemeineres Vorkommniss, dass wenn zahlreiche Nervenfasern concentrirt auf kleinem Umfang enden, zugleich damit ein reiches Geflecht von Capillargefässen die Stelle versorgt. Beispielsweise sei angeführt das dichte Gefässnetz an den Septen der Ampullen und in der Schnecke des Gehörorganes, ebenso an den Nervenknöpfen in den sog. Schleimkanälen der Fische; die *Plexus chorоidei* der Nervencentren dürfen vielleicht unter denselben Gesichtspunkt gebracht werden.

§. 61.

Nervengewebe der Wirbellosen.

Mit Ausnahme der paar Bemerkungen über Ganglienkugeln bezieht sich das bisjezt über das Nervengewebe Gesagte ausschliesslich auf die Wirbelthiere, wir haben daher der Wirbellosen noch besonders zu gedenken.

Die Nervensubstanz erscheint morphologisch auch hier als Zelleninhalt und als streifige, den Fibrillen der Vertebraten entsprechende Materie. Die Ganglienkugeln wechseln sehr in ihrer Grösse, sowohl nach den Thiergruppen wie auch häufig in einem und demselben Thier; die Muscheln, Insekten, Spinnen haben im Allgemeinen kleine und zarte Ganglienzellen, doch lassen sich auch Ausnahmen aufführen; das *Ganglion frontale* der Horniss z. B., aus welchem die Schlundnerven hervorgehen, ist aus sehr grossen Ganglienkugeln zusammengesetzt. Umfängliche Ganglienkugeln beobachtet man auch beim Flusskrebs, den Blutegeln, wo einzelne, so wie auch bei Schnecken eine solche Ausdehnung erreichen, das man sie mit freiem Auge bequem sehen kann. — Von Gestalt sind sie rundlich, länglich, seltner sternförmig, haben einen oder mehrere Kerne sammt *Nucleolus*. Der Inhalt zeigt sich gewöhnlich fein molekulär, seltner (*Piscicola, Sanguisuga, Haemopis*, Ztsch. f. w. Z. 1849. S. 130) von bestimmten Ganglienkugeln in eigenthümlich grobbröckeliger Form.

§. 62.

Was die fibrilläre Nervensubstanz anbelangt, so springt vor Allem in die Augen, dass bei keinem Wirbellosen dunkelrandige, d. i. mit „Markscheide“ versehene Primitivfasern angetroffen werden, vielmehr entsprechen vom morphologischen Standpunkt aus die faserigen nervösen Elemente der Wirbellosen nur den blassrandigen oder sympathischen

Fig. 32.

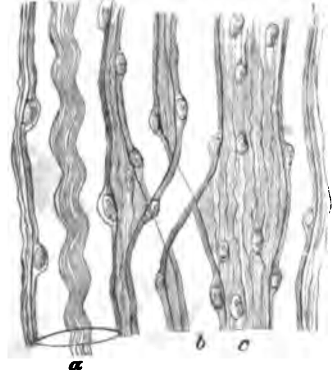


Nervenstämmchen von einem Insekt.
a die fibrilläre Nervensubstanz, b die homogene Scheide. (Starke Vergr.)

Nervenfasern der Wirbelthiere und diese Gleichstellung erstreckt sich auch auf die geringe Selbständigkeit, welche häufig an der Fibrillenmasse der Wirbellosen bemerkbar ist: in einer bindegewebigen Hülle nämlich, die zahlreiche Kerne besitzt, liegt eine blasse, feinkörnige Substanz. Gerade so ist das Bild vom *Olfactorius* (des Frosches, Proteus z. B.), welcher Nerv bei allen Wirbelthieren ebenfalls nur aus grauen Elementen besteht. Mitunter zeigt die fibrilläre Substanz der Nervenstämme eine schärfere Differenzirung in Fibrillen von zwar blassen, aber bestimmten Umrissen, was mir z. B. an mehreren Spinnenarten gegenüber den Insekten aufgefallen ist. Eine Erscheinung, der man noch weitere Aufmerksamkeit zuwenden darf, ist, dass bei Arthropoden neben und mit dem gewöhnlichen fibrillären Contentum der Nervenstämme davon sehr abstechende faserig-röhrige Gebilde vorkommen, die vom Flusskrebs schon *Ehrenberg* und *Hannover* gekannt und namentlich von *Remak* genauer beschrieben worden sind. *Reichert* hat diese „kolossalen Nervenfasern“, welche noch ein centrales Faserbündel besitzen, das in Stäbchen zerfallen kann, beanstandet und einen Irrthum vermuthet, allein ich sehe diese Bildung wiederholt und nicht minder bei Käfern, z. B. an den vom Gehirn abgehenden Nerven von *Lampyris spendidula*, (das lebende Thier unter Zuckerwasser geöffnet); sie sind hier nicht so breit, als bei *Astacus*, auch vermisse ich noch die centrale Masse, indem sie gleichmässig hell aussehen. Hätten die Nerven Blutcapillaren und wären die Röhren verzweigt, so könnte man sie für solche halten, einstweilen aber wäre ich geneigt, in ihnen die Aequivalente der dunkelrandigen Nervenfasern zu



Fig 33.



Nervenfasern aus dem Bauchstrange des Flusskrebses.
a ganz breite Röhren mit innerem Faserbündel, b mitteldicke, c die feinen, letztere von mehr granulärer Beschaffenheit. (Starke Vergr.)

erblicken, um so mehr, als ich beim Krebs allmählige Uebergänge von den granulären Fibrillen in diese hellen und in den Extremen so breiten Röhren wahrnehme.

§. 63.

Das Verhältniss, in welchem die Fibrillen der Wirbellosen zu den Ganglienkugeln stehen, ist analog dem, was hierüber von den Wirbelthieren vorgetragen wurde. Die Körnchen jener Masse nämlich, welche die hellen Ganglienkerne umschliesst (Inhalt der Ganglienkugel), ordnen sich nach einer oder mehreren Seiten hin linear nnd gehen so zu einem feinstreifigen Strang vereint von der Ganglienzelle weg. War die letztere mit einer deutlichen Membran versehen, so begleitet diese das abgehende Bündel als Nervenscheide und isolirt dadurch die innerhalb des Nervenstammes gelegenen Fibrillenbündel; im Falle sie nicht vorhanden ist, zeigt der Nervenstamm nur eine gleichmässige feine Längsstreifung innerhalb seines Neurilems. Es steht sohin die feinstreifige Nervensubstanz der wirbellosen Thiere zum Ganglienkugelinhalt in derselben Beziehung, wie die Substanz der Achsencylinder bei Wirbelthieren zum Contentum der Ganglienkugel: beide Gebilde sind unmittelbare Fortsetzungen der Körnermasse, welche die Kerne der Ganglienkugeln umhüllt.

§. 64.

Zugleich mit den Ganglienkugeln kommt in den Nervencentren vieler Wirbellosen noch eine Punktmasse und zwar oft in reichlicher Menge vor, so bei Arthropoden (bei den Spinnen scheint mir die Punktmasse die Mitte der Ganglien einzunehmen, und um sie herum lagern sich die Nervenzellen); bei manchen Würmern, Mollusken (*Unio, Anodonta, Paludina* z. B.) enthält die blasse farblose Punktsubstanz, in der die Ganglienkugeln eingebettet sind, noch glänzende, gelblich gefärbte Körperchen, bei *Cyclas cornea* von schmutzig brauner, bei *Aplysia* von

schwärzlich rother Farbe. Die Punktsubstanz kann auch nur in geringeren Spuren zugegen, selbst ganz geschwunden sein und die Ganglienkugeln sich unmittelbar berühren. Uebrigens hängen dergleichen Differenzen auch damit zusammen, ob die Ganglienkugel durch eine schärfere Hülle abgegrenzt wird oder nicht, denn häufig sind die Formen der Art, dass klare Kerne mit *Nucleolis* von Partien der Punktsubstanz bloss hofartig umgeben werden und vielleicht lässt sich gar kein wesentlicher Unterschied zwischen solcher extracellulärer Punktsubstanz und der in der Ganglienkugel eingeschlossenen aufrichten, da bei manchen Thieren (Akalephen, Nemertinen) nach *Leuckart* keine Ganglienkugeln anwesend wären, sondern eben die gleichmässige Punktsubstanz das verzweigte nervöse Röhrensystem anfülle. (Auch in den Nervencentren, den Nebennieren und sympathischen Ganglien der Wirbelthiere existirt eine solche Punktsubstanz und man könnte in ihr vielleicht einen mehr indifferenten Stoff erblicken, mit der Bestimmung, den leicht verletzlichen Ganglienkugeln eine weiche Unterlage zu geben.)

Ein Beispiel von Ganglien, wo die Zellen dicht aneinander gedrängt sind, ohne Punktmasse dazwischen, bietet nach der Darstellung von *Meissner* die Gattung *Mermis* dar.

Das eigentliche peripherische Ende der Nervenfasern zu erforschen, wird wegen der blassen zarten Beschaffenheit der in Betracht kommenden Bildungen natürlich noch schwieriger als bei Wirbelthieren, doch hat sich soviel erkennen lassen, dass nicht selten terminale Ganglienzellen an der Endverbreitung der Nerven sich finden, so wie dass mitunter das Nervenende noch eine Ausrüstung mit eigenthümlichen Körperchen erhalten kann (s. unten).

Die Ganglienkugeln wurden zuerst beobachtet von *Ehrenberg* (1833), *Valentin* hat das Verdienst, sie als wesentlichen Bestandtheil des Nervensystems nachgewiesen zu haben (1836), den tieferen Zusammenhang der Ganglienkugeln mit Nervenfasern haben später *Helmholtz*, *Hannover*, *Will*, *Kölliker*, *R. Wagner*, *Bidder* u. A. erforscht.

§. 65.

Regeneration der Gewebe.

Wenn man die aufgeführten Gewebe bezüglich ihrer Regenerationsfähigkeit nach Substanzverlusten mit einander vergleicht, so ergiebt sich, dass die selbständig gebliebenen Zellen, also Blut, Lymphe, Epithelien, Horngewebe, Krystallinse sich leicht wieder erzeugen, ebenso die Gewebe der Bindesubstanz, besonders das gewöhnliche Bindegewebe und Knochensubstanz, in Knorpelwunden hingegen geschieht die Vereinigung durch Bindegewebe, wohl aber tritt Knorpelgewebe gern accidentell auf. Muskelgewebe scheint seltener einer Neubildung fähig zu sein, während sich die Nervensubstanz leicht regenerirt. Von den beiden zuletzt genannten Geweben ist auch ein accidentelles Vorkommen beobachtet worden.

Ueber die Regeneration des Nervengewebes haben neuerdiugs besonders *Bruch*, *Küttner*, *Lent*, *Schiff* und *Waller* Untersuchungen angestellt. — Die Rippenknorpelbrüche heilen, wie auch *Klopsch* beobachtet hat, ausschliesslich durch Binde-

gewebe, und zwar, wie es scheint, durch Wucherung des an der Bruchstelle vorfindlichen Bindegewebes. Dasselbe kann später verknöchern und einen Ring bilden, der die Bruchfragmente umgiebt.

An einer 1/2 Zoll langen, äusserlich und auch auf dem Durchschnitt schwärzlich pigmentirten neugebildeten Schwanzspitze einer Eidechse war die Muskulatur aus verhältnissmässig kurzen Schläuchen gebildet, welche eine Rinden- und Achsensubstanz zeigten und in letzterer dicht aneinander gereihte querovale Kerne. Mitten durch die regenerirte Schwanzspitze zog ein weisslicher Streifen, einer *Chorda dorsalis* vergleichbar, bestand aber nicht aus den grossen Zellen der Chordensubstanz der Fische und Batrachier, sondern aus kleinen spindelförmigen, eng aneinander liegenden Zellen.

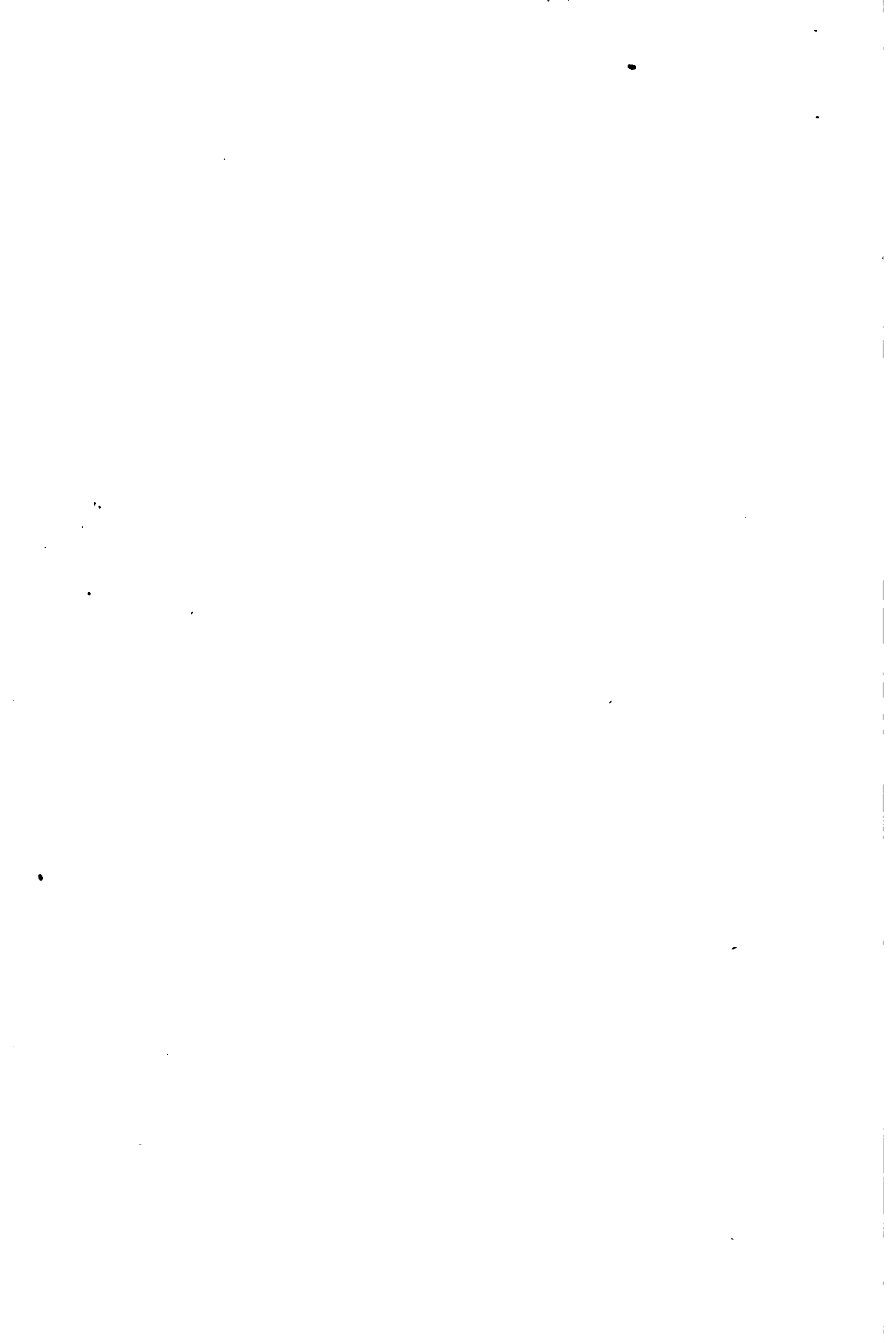
§. 96.

Durch die Vereinigung etlicher oder aller Gewebe zu einem grösseren Ganzen oder einer neuen morphologischen Einheit zum Zwecke einer complicirten physiologischen Leistung kommt ein **Organ** zu Stande, und insofern wieder die Organe zu grösseren Gruppen von bestimmter Funktion sich zusammenthun, spricht man von **organischen Systemen**. Man kann deren folgende aufzählen:

1) das **System der äussern Haut**;
2) das **Knochensystem**;
3) das **Muskelsystem**;
4) das **Nervensystem und die Sinnesorgane**;
5) das **System der Verdauungswerkzeuge**;
6) das **System der Athmungsorgane**;
7) das **Circulationssystem**;
8) das **System der Harn- und Geschlechtswerkzeuge**.

Unsere Aufgabe verlangt jetzt, über diese Systemgruppen beim Menschen und durch die Reihen der Thierwelt Rundschau zu halten, wobei freilich vorderhand das vorüberzuführende Material grosse Lücken zeigt, welche auszufüllen noch die Thätigkeit Vieler in Anspruch nimmt.

Zweiter oder spezieller Theil.



Erster Abschnitt.

Von der äusseren Haut des Menschen.

§. 67.

Die äussere Haut bildet die allgemeine Hülle des Körpers und besteht aus zwei von einander sehr verschiedenen Lagen, von denen die eine — die Oberhaut — dem gefäss- und nervenlosen Horngewebe, die andere — Lederhaut — der gefäss- und nervenhaltigen Bindesubstanz angehört. Dazu kommen als besondere Hornentwickelungen die Haare und Nägel und als Einsackungen, an denen sich sowohl die Oberhaut als auch die Lederhaut betheiligen, die Haarbälge sammt Talgdrüsen, endlich die Schweissdrüsen.

§. 68.

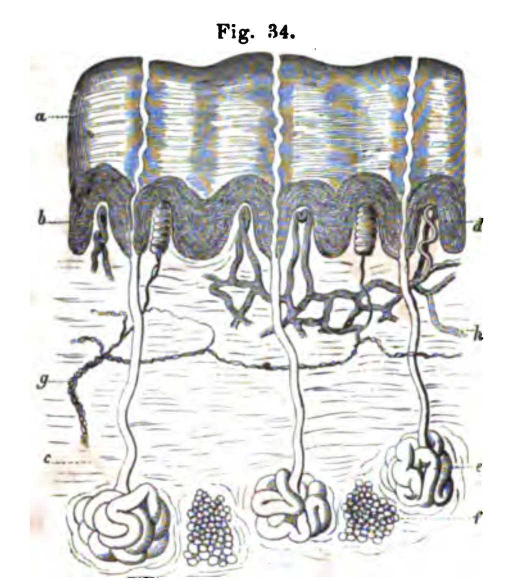
Lederhaut.

Die Lederhaut, *Corium*, ist eine feste, derbe Membran, deren Dicke nach den verschiedenen Körpergegenden wechselt. Sie erscheint am dünnsten am äusseren Gehörgang, an den Augenlidern, ist im Allgemeinen stärker an der hintern Körperfläche, als an der vorderen und hat den grössten Durchmesser an der Ferse.

In chemischer Beziehung offenbart die Lederhaut die Eigenschaften des Bindegewebes, sie fault ziemlich spät, schrumpft in kochendem Wasser anfangs zusammen, löset sich aber bald in demselben zu Leim auf. Wird sie aufgeweicht und hernach mit gerbsäurehaltigen Pflanzenstoffen zusammengebracht, so fault sie gar nicht mehr, sie ist gegerbt.

Blicken wir auf den feineren Bau der Lederhaut, so besteht sie aus einem an elastischen Fasern reichen Bindegewebe, dessen in verschiedenen Richtungen sich kreuzenden, bündelförmigen Abtheilungen entweder sehr dicht aneinandergefügt sind oder in mehr lockerer Weise sich verweben, so dass grössere und kleinere Lücken dazwischen bleiben und man unterscheidet desshalb an der Lederhaut eine obere, dichtere Schicht, die sog. *Pars papillaris* und eine untere netzförmig

Fig. 34.



Durchschnitt der Haut an einer Fingerbeere.
a Hornschicht der Epidermis, b Schleimschicht, c Lederhaut, d Papillen, e Schweissdrüsen, f Fetttraubchen, g Nerven, in zwei Papillen in Tastkörperchen ausgehend, h Blutgefässe. (Geringe Vergr.)

durchbrochene Lage, die *Pars reticularis*, wobei nicht zu vergessen, dass eine derartige Trennung eine rein künstliche ist und lediglich der bequemeren Beschreibung halber geschieht.

Papillen der Haut.

Die Oberfläche der *Pars papillaris* erscheint nicht eben, sondern erhebt sich überall in zarte Erhöhungen, die an einigen Körpergegenden (Kopfschwarte z. B.) nur als niedrige Leistchen auftreten, meist aber in Form von kleinen Hügelchen oder Wärzchen in eine oder mehrere Spitzen auslaufend, sich darbieten. Diese Hautwärzchen oder Papillen stehen einerseits ohne alle auffindbare Ordnung hier zerstreut (z. B. an den Extremitäten) dort dichter gedrängt (z. B. am männlichen Glied, Brustwarze), andererseits zeigen sie in der Hand- und Fussfläche eine sehr regelmässige Gruppirung, indem sie da auf hervorspringenden Leistchen der Lederhaut wirbelförmig oder spiralig verlaufende Hügelreihen bilden.

Am letzteren Ort sind auch die Papillen am entwickeltsten und man kann sie, sowie vielleicht noch an einigen anderen Körperstellen (Lippen, Zungenspitze) nach ihrem Verhalten zu den Gefässen und Nerven in Gefässwärzchen und in Nervenwärzchen scheiden. Die ersteren haben nur eine Gefässschlinge mit eng aneinander liegenden, oft theilweise spiralig umeinander gedrehten Schenkeln, ohne intermediäres Gefässnetz, die zweiten die Nerven- oder Gefühlswärzchen, enthalten in ihrem Innern einen meist eiförmigen, tannenzapfenartigen Kern das von *Meissner* und *R. Wagner* vor mehreren Jahren aufgefundenen Tast-

körperchen und ein Nervenstämmchen, mit dem Tastkörperchen in näherer Beziehung stehend. (Wovon unten ein Mehreres.)

§. 69.

Basement membrane.

Gleichwie schon für das freie Auge die Lederhaut nach der freien Fläche zu compacter, gewissermassen homogener wird, so wiederholt sich das auch im mikroskopischen Aussehen. Die Bindesubstanz geht in eine homogene Grenzschicht aus, die sich als heller Saum darstellt und von manchen Autoren als eigene Haut (Basement membrane) unterschieden wird. An den Papillen macht die bezeichnete Grenzschicht durch Faltung den Papillenrand fein gezähnelt.

Die *Pars reticularis* der Lederhaut verliert sich in der Tiefe in das Unterhautbindegewebe, durch welches die Verbindung mit den unter der Haut gelegenen Theilen in mehr lockerer oder strafferer Art bewerkstelligt wird. In den Maschenräumen des Unterhautbindegewebes findet sich eine grössere oder geringere Menge von Fettzellen angesammelt, daher auch der Name *Panniculus adiposus.*

§. 70.

Muskeln.

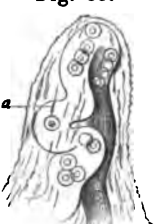
Die Lederhaut besitzt auch glatten Muskeln, so im Unterhautbindegewebe des Hodensackes als Tunica dartos, ebenda am Glied und am vorderen Theil vom Mittelfleisch, meist in netzförmigen, schon für das freie Auge wahrnehmbaren Zügen verlaufend, ferner im Warzenhof, wo sie circulär, und in der Brustwarze, wo sich Längen- und Ringmuskeln geflechtartig verbinden, endlich sind alle behaarten Hautstellen mit kleinen Bündeln glatter Muskeln (*arrectores pili*) versehen, welche von den obersten Theilen der Lederhaut herkommen, schräg gegen die Haarbälge verlaufen, um sich an dieselben, unterhalb der Talgdrüsen anzusetzen.

Gefässe.

Die zahlreichen zur Haut gehenden Blutgefässe lösen sich in theils weitmaschigere, theils engere Capillarverzweigungen auf und



Fig. 35.



Gefässpapille, starke Vergrösserung. a die Blutgefässschlinge.

bilden zuletzt im Papillarkörper ein äusserst dichtes Netz sehr feiner Gefässe, aus denen die oben erwähnten Schlingen in die Gefässpapillen aufsteigen.

Die Anfänge der Lymphgefässe, welche in den äusseren Theilen der Haut ein dichtes Netz formen, sind wohl nichts anderes, als die untereinander zusammenhängenden feineren Hohlgänge der Binde-

substanz, die sog. Bindegewebskörperchen. (Vergl. unten Lymphgefässsystem.)

Nerven.

Die Haut ist reich an Nerven. Diese kriechen erst bogenförmig im Unterhautbindegewebe fort, theilen sich hier und senden ihre Endäste senkrecht in die Höhe zu den Papillen. In jenen Hautgegenden, die sich durch ein sehr entwickeltes Tastgefühl auszeichnen, bergen die mit Nerven versorgten Papillen ein Tastkörperchen in sich. Ueber den letzten Bau der *Corpuscula tactus* herrschen noch verschiedene An-

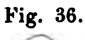
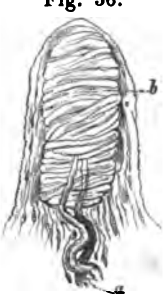


Fig. 36.



Nervenpapille, starke Vergrösserung. a Nerven, b Tastkörperchen.

sichten. Die Einen, (*Meissner*, *R. Wagner*, *Gerlach*, deren Ansicht ich zustimme) halten sie für wesentlich nervös, obschon sie das mikroskopische Bild verschiedentlich auslegen. Nach *Wagner* und *Meissner* dringen die Nervenfibrillen der Papillen in die Tastkörperchen ein und breiten sich büschelförmig oder handförmig in ihnen aus, um da zu enden; *Gerlach* deutet die Conturen des Tastkörperchens auf einen Nervenglomerulus; mir scheint das Centrum des Tastkörperchens Nervensubstanz zu sein, um welche herum sich eine bindegewebige Schale, Neurilem, legt. (Müller's Arch. 1856.) Doch muss ich bekennen, dass mir mitunter die Auffassung *Gerlach's* als die richtigere vorkam, namentlich an solchen Tastkörperchen, die von möglichst frischen Präparaten entnommen, einige Stunden lang der Einwirkung von Natronlauge ausgesetzt waren. Da ist die Zeichnung so, als ob die scharfen Querlinien des Tastkörperchens verschlungene Hohlräume begrenzten, in denen die helle, durch das Natron aufgequollene Nervensubstanz enthalten wäre. Andere erblicken in den Tastkörperchen nur Organe von bindegewebiger Natur, eine festere Axe der Papillen, an denen die Nervenröhren äusserlich heraufgehen und auch ausserhalb der Tastkörperchen enden. Wo die Papillen ohne Tastkörperchen sind und doch Nerven in sie eingehen, verlaufen die Fibrillen der letzteren bis zum Gipfel der Papillen und scheinen fein zugespitzt mit freiem Ende aufzuhören.

§. 71.

Oberhaut.

Ueber die freie Fläche der Lederhaut weg, zieht eine dünne Membran, die Epidermis, die, weil zum gefäss- und nervenlosen Horngewebe gehörig, bei Verwundung weder schmerzt noch blutet. Da

sie in alle Vertiefungen der Lederhaut sich einsenkt und wieder über alle Hervorragungen weggeht, so wiederholt sie in ihren Conturen die der Aussenseite der Lederhaut, giebt daher auch in der Volar- und Plantarfläche der Hand und des Fusses jene zierlichen Linien wieder, die von den darunter liegenden Leistchen der Lederhaut bewirkt werden.

Die Farbe der Oberhaut ist bei der weissen Menschenraçe im Allgemeinen durchscheinend oder leicht gelblich, bei den farbigen Stämmen braun bis schwarz.

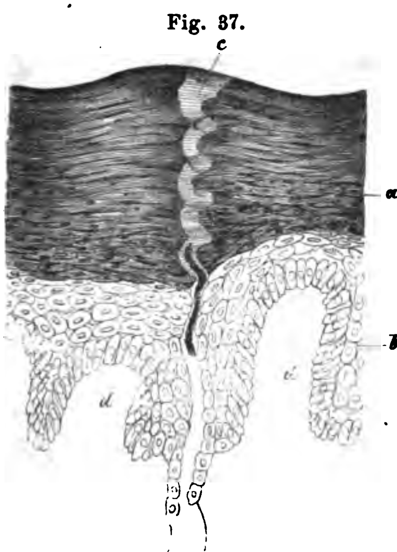
Die Stärke der Epidermis ändert sich ab nach den verschiedenen Körpergegenden; sie ist dünn im Gesicht, dicker am Rücken und am mächtigsten in der Hohlhandfläche und Fusssohle.

Vom chemischen Gesichtspunkt aus betrachtet, zeigt die Oberhaut die Eigenschaften des Hornstoffes. Sie ist unlöslich in Wasser wird von kaustischen Alkalien und concentrirten Säuren erweicht und später vollständig gelöst.

§. 72.

Mikroskopisch besteht die Epidermis aus lauter selbständig gebliebenen Zellen, sie sind in dichter Folge auf und nebeneinander gereiht und bilden dadurch Lamellen, die zusammen wieder zwei schon dem freien Auge unterscheidbare Hauptlagen formen, eine untere die sog. Schleimschicht (*Rete Malpighii*) und eine obere die Hornschicht.

Fig. 37.



Epidermis im Durchschnitt, starke Vergrösserung.
a Hornschicht, b Schleimschicht, c Spiralgang einer Schweissdrüse, d die Räume für die Papille der Lederhaut.

Schleimschicht.

Die Schleimschicht stösst unmittelbar an die Lederhaut an, ist weicher, feuchter, ihre Zellen sind kernhaltige Bläschen, welche in

der untersten Lage eine längliche Gestalt haben, dann weiter nach aussen rundlich werden und endlich, indem sie der Hornschicht nahe kommen, sich horizontal abplatten und polygonal begrenzen. Wo die Haut bräunlich gefärbt erscheint, wie an den Genitalien, Umgebung des Afters, Brustwarze (oder pathologisch bei Sommersprossen, Muttermälern etc.) sind die Zellen der Schleimschicht in höherem oder geringerem Grade mit Pigmentkügelchen erfüllt. Auch die dunkle Hautfarbe des Negers hängt von dem Pigmentinhalte der Zellen der Schleimschicht ab.

Hornschicht.

Die Hornschicht ist trockner und härtlicher, ihre Zellen sind auf's äusserste abgeplattet und stellen dünne, unregelmässig gestaltete, oft wie gerunzelte oder gefaltete Schüppchen dar, jedoch nach Anwendung von Essigsäure oder kaustischen Alkalien quellen sie zu hübschen Bläschen auf, an denen auch noch da und dort der Rest eines Kernes sich erkennen lässt. — Beim Neger hat auch die Hornschicht einen gelblichen oder bräunlichen Anflug.

§. 73.

Haare.

Die Haare sind fadenförmige Horngebilde, welche mit Ausnahme weniger Stellen (wie z. B. der Hohlhand, der Fusssohle) auf der ganzen Oberfläche der Haut und zwar meist in schiefer Richtung wurzeln. (Pathologisch ist ihr Vorkommen auf Schleimhäuten, bei einigen Säugern jedoch, den Hasen z. B. stehen normal Haare an der inneren Seite der Backen. Abnorm sind Haare noch beim Menschen an verschiedenen Stellen, in Cysten z. B. beobachtet worden.) Ihre Dicke, ihre Länge ist nach den Körpergegenden und individuell manchen Verschiedenheiten unterworfen. Seltener zeigen sie sich als vollkommen runde Cylinder, gewöhnlich sind sie mehr oder minder plattgedrückt und für den ersteren Fall treten sie als schlichte, im zweiten als krause Haare auf.

Die Haare sind fest, jedoch dehnbar, in hohem Grade hygroskopisch und widerstehen sehr lange der Fäulniss. — Der chemischen Analyse zufolge, bestehen sie hauptsächlich aus Hornstoff und einem farbigen Fett.

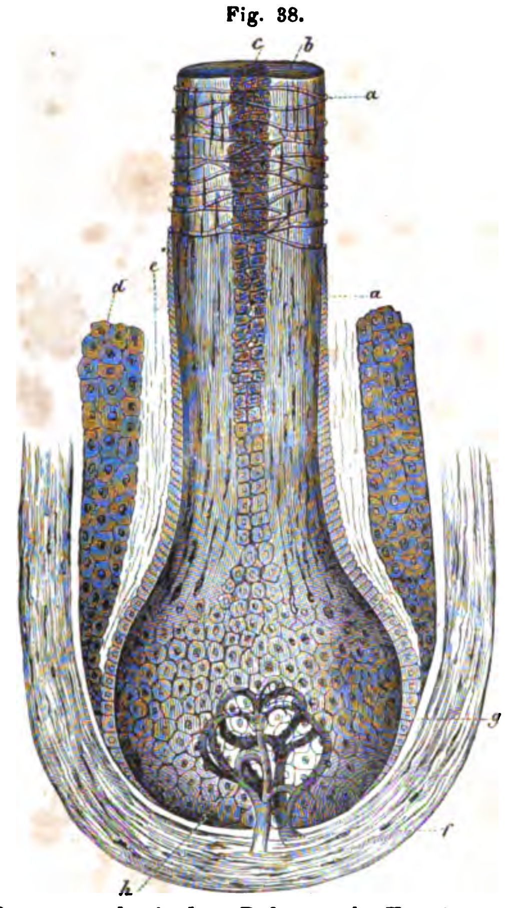
Man unterscheidet an jedem Haare den noch in der Haut befindlichen, etwas weicheren und hellerern Theil oder die Wurzel, und den frei auslaufenden, härteren und dunkleren Theil, den Schaft.

Der Schaft der meisten Haare besteht aus drei verschiedenen Lagen, aus dem Oberhäutchen, der Rindensubstanz und Marksubstanz, deren nähere Eigenschaften folgende sind.

Oberhäutchen.

Das Oberhäutchen ist aus platten, kernlosen Epidermiszellen zusammengesetzt, welche dachziegelförmig übereinander gelagert, einen dünnen Ueberzug über die Rindensubstanz bilden, der nach unten dicker ist und nach oben dünner wird. Sie haften der Rindensubstanz sehr innig an, lösen sich jedoch nach Behandlung mit Schwefelsäure von ihr ab.

Fig. 38.



Haarwurzel mit dem Balg, starke Vergrösserung.
a Oberhäutchen, b Rindensubstanz, c Marksubstanz, d äussere Wurzelscheide, e innere Wurzelscheide, f Haarbalg, g dessen homogene Grenzschicht, h die durchschimmernde Papille mit ihren Gefässen. (Hier ist im Schnitt der Umriss der Papille übersehen worden.)

Rindensubstanz. Die Rindensubstanz, welche die Hauptmasse des Haares vorstellt, hat ein längsstreifiges, faseriges Aussehen. Erst mit Hülfe von Säuren und Alkalien wird gefunden, dass die Elementartheile der Rindensubstanz lange, abgeplattete, stark verhornte und desswegen sehr starre Zellen sind, welche durch ihre lammellenartige Verbindung die scheinbaren Fasern erzeugen. Die Zellen enthalten häufig Pigmentkörnchen und Luft, wodurch die Rinde dunkel punktirt oder gefleckt sich ausnimmt.

Marksubstanz. Die Marksubstanz, welche in den Wollhaaren und gefärbten Kopfhaaren gewöhnlich mangelt, besteht aus rundlichen oder vieleckigen Zellen, die in mehreren Reihen zusammenhängend, einen Strang zu Wege bringen, der in der Mitte des Haares liegt. Die Zellen

sind mit feinzertheilter Luft angefüllt, in Form von kleinen glänzenden Kügelchen; man hatte die Luftkügelchen längere Zeit für Fett und Pigment gehalten. — Unerledigt ist bisher die Frage, ob, wie manche Autoren (*Steinlin*, *Reichert*, *Reissner*) angeben, noch innerhalb der Zellen der Marksubstanz ein vertrockneter Rest der Haarpapille, ähnlich der „Federseele" als zarter Strang übrig geblieben ist, oder ob das Mark ausschliesslich aus den bezeichneten Zellen besteht.

Die Haarwurzel geht am unteren Ende in eine keulenförmige Anschwellung aus, Haarknopf oder Haarzwiebel genannt; sie umfasst mit ihrer trichterartig ausgehöhlten Basis eine Papille der Lederhaut und sitzt damit letzterer auf.

§. 74.

Haarwurzel. In der Textur stimmt die Haarwurzel im Wesentlichen mit dem Haarschaft überein, nur gleichwie ihr ganzes Aussehen etwas weicheres hat, so zeigen auch die constituirenden zelligen Elemente einen gewissen jüngeren Charakter. Die kernlosen Hornplättchen des Oberhäutchens gehen über in weiche, kernhaltige Zellen, die starren Plättchen der Rinde gestalten sich als deutliche, längliche Zellen mit klarem Kern; die Markzellen verlieren ihre Luft und stellen mit flüssigem Inhalt gefüllte Zellen dar, bis endlich, indem alle genannten Zellen sich mehr und mehr dem Rundlichen nähern, der Haarknopf selbst einzig und allein aus lauter runden Kernzellen besteht, die sich von den Elementen der Schleimschicht der Oberhaut in nichts unterscheiden.

Haarbalg. Die Haarwurzel steckt in dem Haarbalg und ist von ihm umschlossen. Es erscheint der Haarfollikel als echte Einstülpung der äusseren Haut, als ein Säckchen, das unten am blinden Ende etwas erweitert ist, und oben mit enger Oeffnung das in ihm befindliche Haar umgiebt. Da die Haarbälge Einsackungen der äusseren Haut sind, so müssen sie auch eine bindegewebige und eine hornige Lage aufweisen. Die zum Bindegewebe gehörige ist die Fortsetzung der Lederhaut, sie ist die äussere und hat Gefässe und einzelne Nervenfasern; die Bindesubstanz nimmt nach innen ein derberes Gefüge an und geht nach dem Beispiel des *Coriums* in eine homogene Grenzschicht aus, die von Manchen als besondere glashelle Membran aufgeführt wird.

In dem Boden des Haarbalges erhebt sich die Bindesubstanz zur Bildung der Haarpapille, einer hügelförmigen (oder mit *Henle* und *Reissner* genauer bezeichnet: zwiebelförmigen) Hervorragung, die ganz die Eigenschaften einer gewöhnlichen Coriumspapille trägt und wahrscheinlich auch wie diese mit Blutcapillaren ausgestattet ist.

Die Epidermis der Lederhaut senkt sich als Wurzelscheide in die Mündung des Haarbalges ein, und schmiegt sich der Haarwurzel ringsum an. Der Zusammensetzung der Epidermis entsprechend

unterscheidet man eine äussere Wurzelscheide als Fortsetzung der Schleimschicht und eine innere Wurzelscheide, das Aequivalent der Hornschicht. Mehre Forscher trennen noch von der inneren Seite der inneren Wurzelscheide eine oder mehre Zellenlagen ab, und fassen sie als eignes „Oberhäutchen der inneren Wurzelscheide" auf. — Im Grunde des Haarbalges gehen die Zellen der Wurzelscheiden in die Elemente des Haarknopfes über.

§. 75.

Die Nägel stellen stark verhornte Partien der Epidermis vor und scheiden sich daher gleich dieser in eine weiche Schleimschicht und in eine harte, spröde Hornschicht, welche beide noch schärfer als an der Oberhaut von einander abstechen.

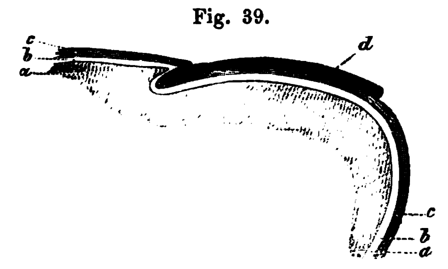
Nägel.

Die Elemente der Schleimschicht sind kernhaltige Zellen und haben in der Tiefe unter dem Nagelkörper eine längliche, spindelförmige Gestalt; an der Nagelwurzel sind die Zellen klein, flacher, durch körnigen Inhalt trübgelblich. In der Hornschicht erscheinen die Zellen sehr abgeplattet, schichtenweise über einander geordnet, und haften so fest zusammen, dass sie erst nach Behandlung mit kaustischen Alkalien isolirt werden können, wobei sich auch zeigt, dass die Zellen ihren Kern noch behalten haben.

Derjenige Theil der Lederhaut, auf welchem der Nagel aufliegt, heisst das Nagelbett. Die Lederhaut bildet am hinteren und an den

Nagelbett.

Fig. 39.



Längsschnitt durch Nagel und Nagelbett.
a Lederhaut, b Schleimschicht der Epidermis, c Hornschicht, d Nagel.

seitlichen Rändern des Nagelbettes einen Falz, worin die Wurzel und die Seitenränder des Nagels stecken.

Das Nagelbett erhebt sich in Leistchen, die von hinten, wie von einem Pol aus nach vorne ziehen, daher in der Mittellinie mehr gerade und nach aussen zu etwas bogenförmig verlaufen. In der Gegend der Fingerspitze gehen sie alle gerade und parallel neben einander. Auf den Leistchen finden sich Papillen, in welchen man wohl Blutgefässschlingen, aber bis jetzt noch keine Nerven beobachtet hat. Der innere Theil der Leisten wird von Bündeln elastischer Fasern eingenommen und der Rand geht, wie an der übrigen Lederhaut, in einen homogenen Grenzsaum aus.

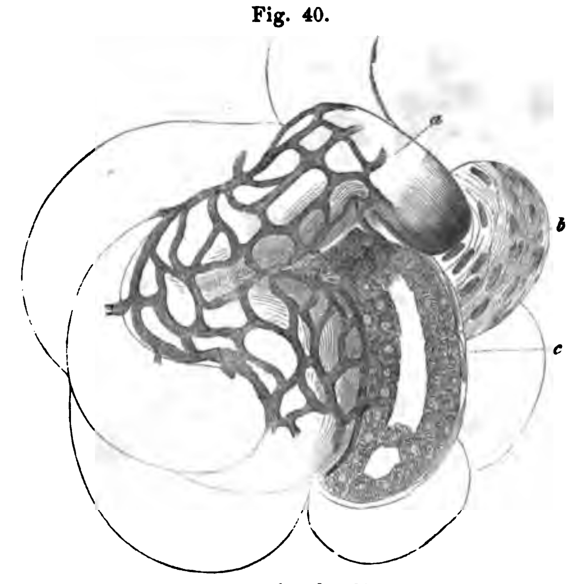
§. 76.

Schweissdrüsen.

Die Schweissdrüsen sind mit Ausnahme weniger Stellen (concave Fläche der Ohrmuschel, Eichel des Glieds) über die ganze Haut, an dem einen Ort zahlreicher, an dem anderen spärlicher verbreitet, und haben ihre mächtigste Entwicklung im behaarten Theil der Achselgrube. Nach *Sappey* kommen auch an der vorderen und Seitenwand des Thorax vereinzelt ebensolche grosse Schweissdrüsen wie in der Achselhöhle vor.

An jeder Drüse unterscheidet man den Drüsenkanal und den Ausführungsgang. Der erste liegt in der Lederhaut und wird gebildet dadurch, dass das Corium sich kanalartig eintieft, wobei das blinde Ende des Kanales durch Windungen und Verschlingungen einen Knäuel, der von einem zierlichen Capillarnetz umgeben wird, formt. Da, wie bereits mehrfach erwähnt, die Bindesubstanz der Lederhaut am freien Rand sich zu einer homogenen Grenzschicht gestaltet, so

Fig. 40.



Schweissdrüse (starke Vergrösserung).
An der Windung a erscheint das Gefässnetz eingezeichnet, bei b die Muskellage, die Windung c zeigt die epitheliale Auskleidung.

muss diese auch das Lumen des Kanales begrenzen und wird herkömmlich *Tunica propria* der Drüse genannt. Nach aussen von ihr umlagern bei den grossen Schweissdrüsen glatte Muskeln den Drüsenschlauch. Einwärts von der *Tunica propria* liegen die epithelartig geordneten Sekretionszellen, die häufig Fett und Pigmentkügelchen enthalten und eine unmittelbare Fortsetzung der Schleimzellenschicht der Oberhaut sind.

Der Ausführungsgang hat, so lange er der Lederhaut angehört, die gleiche Zusammensetzung aus Bindesubstanz und Zellen, wie

der Drüsenknäuel, aber innerhalb der Epidermis und zwar hier spiralig aufsteigend, erscheint er nur wie ein in Windungen ausgegrabener Hohlgang (*Interstitium*) zwischen den Epidermiszellen und mündet an der freien Fläche der Oberhaut, von den Epidermiszellen kreisförmig umstellt, als Schweisspore. Nicht selten sieht man in dem Schweisskanal während seines Durchtrittes durch die Epidermis ein festeres Sekret in Form eines körnigen Stranges.

§. 77.

Ohrenschmalzdrüsen.

Für eine Varietät der Schweissdrüsen müssen die Ohrenschmalzdrüsen gehalten werden, welche im knorpeligen Abschnitt des äusseren Gehörganges sich finden.

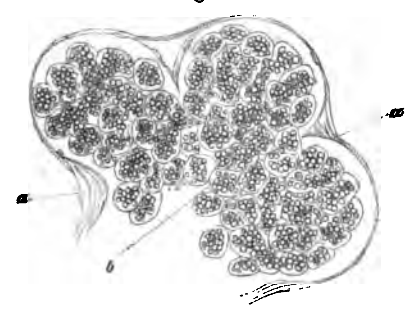
Auch sie bestehen aus dem Drüsenknäuel und dem Ausführungsgang. Ersterer zeigt, von aussen nach innen gerechnet, glatte Muskeln, darauf die *Tunica propria* und zu innerst die Sekretionszellen, welche Fetttröpfchen und bräunliche Körnchen nebst Flüssigkeit abscheiden.

§. 78.

Talgdrüsen.

Die Talgdrüsen kommen fast überall (nicht in der Hohlhand und Fusssohle) in der Haut vor, und zwar sind sie da, wo Haare stehen, immer mit diesen vereinigt, fehlen aber auch nicht an einigen haarlosen Stellen, wie z. B. an der Eichel des Gliedes. (Nebenbei sei die Bemerkung eingeschoben, dass *v. Bärensprung* auch in haarhaltigen Cysten Talgdrüsen beobachtet hat.)

Fig. 41.



Stück einer Talgdrüse: a Bindegewebe mit Kernen, die sog. Tunica propria bildend, b Zellen, welche das Fett absondern. (Starke Vergr.)

In ihrer einfachsten Form sind es kurze ovale oder birnförmige Säckchen, häufig aber erreichen sie durch Vergrösserung ihrer Fläche eine traubige Bildung. Von ganz besonderer Grösse trifft man die Talgdrüsen z. B. in der Genitalgegend, am After, an der Nase, an den Augenlidern, wo sie den Namen Meibomsche Drüsen führen. Abnorm vergrössert werden sie zu den sog. Comedonen, zum Hirsekorn, Milium, auch wohl bei übermächtiger Zunahme zu mancherlei Balggeschwülsten.

Auch die Talgdrüsen weisen sich als Einstülpungen der Haut oder als Divertikel der Haarbälge aus. Von der Bindesubstanz der Lederhaut oder dem bindegewebigen Theil des Haarfollikels rührt demnach die zarte äussere Hülle (*Tunica propria*) der Drüse her, während ihre Sekretions- oder Epithelzellen unmittelbar mit der Schleimzellenschicht der Epidermis, oder wenn die Drüse in einen Haarbalg mündet, mit der äusseren Wurzelscheide zusammenhängen. Die Zellen sondern den Hauttalg ab, indem sie sich in immer höherem Grade mit Fetttröpfchen füllen, bis zuletzt oft nur ein einziger Fetttropfen den Inhalt der Zelle ausmacht.

§. 79.

Entwicklung der Haut.

Wie *Remak* zuerst ermittelt hat, geht die Oberhaut aus dem oberen Keimblatt, dem Hornblatt, hervor. Im Anschlusse daran sind weitere Produktionen des Hornblattes die Nägel, welche vom dritten Monat an sich zu markiren beginnen, ferner die Haare, welche um dieselbe Zeit sichtbar werden und endlich die zelligen Auskleidungen (die Epithel- oder Sekretionszellen) der Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen und Talgdrüsen, welch' letztere, wie *Remak* an Schweinsembryonen gezeigt hat, aus den Haarkeimen hervorwachsen, was beim Menschen ungefähr im vierten oder fünften Monate geschieht.

Die Anlage der Lederhaut ist in dem mittleren Keimblatt gegeben, anfänglich besteht auch sie aus Zellen, die einander unmittelbar begrenzen und sich durch Theilung vermehren. Während aber im Hornblatt die Zellen selbständig bleiben, wandeln sie sich hier in Bindesubstanz, Fettzellen, Blutgefässe, Nervenfasern und Muskeln um. Später wuchert die Lederhaut in die Gefäss- und Nervenpapillen, sowie in die Haarpapillen aus.

§. 80.

Physiologisches.

Die Epidermis, an sich empfindungslos, dient der darunter liegenden sehr sensiblen Lederhaut als schützende Decke und bewahrt sie vor dem unmittelbaren Eindringen fremdartiger, schädlicher Flüssigkeiten, da sie für Fluida, wenn nicht zugleich eine chemische Alterirung sich damit verknüpft, als schwer durchgängig bekannt ist. Die Epidermis regenerirt sich sehr leicht und ergänzt daher durch Nachwachsen von unten rasch die während des Lebens fortwährend herbeigeführte Abschuppung der oberflächlichen Schichten. Das Wachsen der Horngebilde, der Epidermis, der Haare erfolgt durch Zellenvermehrung an der Basis, der Nagel dehnt sich nach vorne aus durch den beständigen Ansatz neuer Zellen am Wurzelrande und er verdickt sich durch Apposition neuer Hornzellen an seiner unteren Fläche. — Beim Haarwechsel entstehen zufolge älterer und neuerer Beobachtungen die neuen Haare in den Bälgen der

alten. — Die Lederhaut erhält durch ihren Nervenreichthum einen hohen Grad von Sensibilität, ja wird zu einem wahren Tastwerkzeug und es unterliegt keinem Zweifel, dass die Feinheit des Tastgefühles, welche gewissen Theilen, wie den Fingerspitzen, zukommt, durch die *Corpuscula tactus* mitbedingt wird, mag man sie nun als hauptsächlich nervös und in diesem Falle für spezifische Tastwerkzeuge halten oder ihre Bedeutung so weit heruntersetzen, dass sie nur als härtere Unterlagen der Nerven durch Gegendruck die Empfindlichkeit beim Tasten erhöhen, wie Manche äussern.

Durch die eingestreuten muskulösen Elemente wird die Lederhaut contractil, der Hodensack kräuselt sich dadurch, die Brustwarze erhebt sich und die sog. Gänsehaut wird durch die Zusammenziehung der zahlreichen Muskelbündel der Haarbälge hervorgerufen.

Die Schweissdrüsen scheiden nicht bloss eine helle, klare Flüssigkeit, den Schweiss ab, sondern die Sekretionszellen bereiten auch ein körnerreiches Produkt, das viel Protein und Fett enthält, noch mehr scheint letzteres bei den Ohrenschmalzdrüsen der Fall zu sein. Das sogenannte Ohrenschmalz übrigens muss als ein Gemeng vom Sekret der Ohrenschmalzdrüsen und von Hauttalg betrachtet werden. Das Sekret der Talgdrüsen besteht aus geformten Theilen, aus Zellen, die mit Fett erfüllt sind. Durch Schwinden der Zellenmembran wird das Fett frei, und indem es sich über die Epidermis und Haare verbreitet, giebt es ihnen das glänzende Aussehen und die Geschmeidigkeit.

Obschon bereits *Leeuwenhoeck* (1722) die Zusammensetzung der Epidermis aus „Schüppchen gekannt" hatte, wurde doch lange Zeit die Oberhaut als eine Substanz angesehen, die schlechthin homogen sei, ein erstarrtes Absonderungsprodukt. Erst durch *Purkinje*, der zur Wiederbelebung der Histologie überhaupt viel beigetragen hat, kam man zu einer bessern Einsicht, indem er den Bau der Epidermis, ihr Gefüge aus Zellen mit Sicherheit beschrieb (1835). Die naturgetreueste Abbildung von Epidermiszellen aus den obersten Lagen ist die bei *Henle* Taf. I. Fig. 6. — Die Haare hat man zwar von jeher für Auswüchse der Oberhaut angesehen, aber ihre Struktur ist doch erst nach mancherlei Controversen aufgeklärt worden. Den Bau des Oberhäutchens, sowie die Zellen der Marksubstanz hat *H. Meyer* zuerst richtig erkannt (1840), die Hornzellen der Rindensubstanz *Kohlrausch*, dann wurden sie durch *v. Hessling* beschrieben. Dass die Hornplättchen der Rindensubstanz übereinandergeschichtete Lamellen bilden, wie etwa am Nagel, wurde besonders von *Reichert* und *Reissner* hervorgehoben. Die Kenntniss von Lufträumen im Haar ist alt, schon *Withof* wusste von ihnen, doch hat man erst von da an diese Erscheinung näher gewürdigt, als *Griffith* an den Haaren des Zobels und Dachses nachwies, dass die für Pigment gehaltenen glänzenden Kügelchen Luft seien. Es wird unten zur Sprache kommen, dass auch die Haare und Schuppen der Insekten und Spinnen, sowie die Porenkanäle der Haut dieser Thiere Luft enthalten können. — Aeltere Beobachter hatten festgestellt, dass die Epidermis in die Haarbälge sich „hineinschlage" und scheidenartig die Haare umfasse, *Henle* hat darauf die zwei Schichten der Wurzelscheiden unterschieden und deren zellige Textur gezeigt. — Die erste richtige Beschreibung vom feinen Bau des ausgebildeten Nagels gab *Bruns*, nachdem *Schwann* früher die Lamellen des Nagels, deren Zusammensetzung aus Epidermisplättchen, sowie die Zellen der Schleimschicht beim Neu-

geborenen nachgewiesen hatte. Uebrigens war schon lange zuvor die Auffassung verbreitet, der Nagel sei nur ein verdickter Theil der Oberhaut. Auf dem Nagelbett beobachtet man hie und da rundliche Körper, die mit Tastkörperchen eine gewisse Aehnlichkeit haben können, aber nur aus übereinander geschichteten Epidermiszellen bestehen, von einer bindegewebigen Kapsel umschlossen (*Reichert*, *R. Wagner*). Man sieht sie besonders auf dem Nagelbett der grossen Zehe. — Dass die Haut durch Elektrizität zur Contraktion zu veranlassen sei, theilte vor längerer Zeit *Froriep* in seinem Werk über die rheum. Schwiele mit. Der mikroskopische Nachweis der Hautmuskeln geschah durch *Kölliker* 1847. — Die Schweissdrüsen kennt man seit 1834 durch *Brechet* und *Roussel de Vauzème*. Die Ohrenschmalzdrüsen hat *R. Wagner* zuerst bildlich dargestellt 1839. — In den Haarbälgen und Talgdrüsen schmarotzt der von *G. Simon* entdeckte *Acarus folliculorum*, er scheint sehr constant vorhanden zu sein, da ich ihn noch in keiner Leiche (und ich suche ihn für die Vorlesungen immer frisch auf) vermisst habe, namentlich an den Talgdrüsen der Nase. Mein Verfahren dabei ist so, dass ich feine Hautschnitte mache, wie zur Untersuchung der Talgdrüsen; diese werden mit Kalilauge behandelt und dann das Secret der Drüsen mit dem Skalpel herausgestrichen. worauf ich bei Durchmusterung desselben der *Acari* leicht ansichtig werde.

Die schwieligen Verdickungen der Epidermis, welche unter dem Namen Hühneraugen bekannt sind, haben bekanntlich eine mittlere als Kern des *Clavus* unterschiedene Masse. Die intensiv weisse Farbe des Kernes rührt von Luft her, welche zwischen den Epidermiszellen in sehr feiner Vertheilung angesammelt ist. Wasser, zugesetzte Kalilauge vertreibt sie und damit schwindet auch die weisse Farbe.

Zweiter Abschnitt.

Von der äusseren Haut der Wirbelthiere.

§. 80.

Im Baue der Haut dieser ganzen Thiergruppe herrscht nicht minder, wie in ihrer sonstigen architektonischen Anlage, eine in den Grundzügen durchgreifende Uebereinstimmung mit der Haut des Menschen. Es ist daher der äusseren Bedeckung der Säugethiere, Vögel, Reptilien und Fische gemeinsam, dass sie sich in eine aus Bindegewebe bestehende, gefäss- und nervenführende Lederhaut und in eine gefäss- und nervenlose zellige Oberhaut scheidet.

§. 81.

Lederhaut.

Die relative Dicke der Lederhaut wechselt nach den Klassen und Arten, doch erscheint sie immer gegen die freie Fläche zu kompakter, während sie nach unten hin mehr netzförmig durchbrochen ist. Im Allgemeinen sehen wir sie wohl bei den Vögeln am dünnsten, dicker ist die der Säuger, auch bei Fischen trifft man auf Thiere mit sehr starker Lederhaut, so hat z. B. *Orthagoriscus mola* ein ausnehmend dickes *Corium*, das an einigen Stellen des Kopfes an grös-

seren Exemplaren über vier Zoll Durchmesser hat. Die Bindesubstanz der Lederhaut geht bei allen Thieren, wo darauf geachtet wurde, in eine homogene Grenzschicht, einen hellen Saum vorstellend, aus. Bei den Fischen und Reptilien verlaufen die Bündel des Bindegewebes hauptsächlich in zwei Richtungen, waagrecht und senkrecht; in der Haut der Vögel und Säuger durchkreuzen sie sich mannichfaltiger, so dass es auf den ersten Blick vorkommt, als ob bei letzteren die Verflechtung der Bündel eine sehr unregelmässige, bei ersteren hingegen eine wohlgeordnete wäre. Dieser Unterschied ist nur scheinbar, denn überall ist der Verlauf der Bündel ein geregelter, bei Fischen und Reptilien allerdings mehr eine einfache, bei den höheren Wirbelthieren eine komplizirte Verflechtung. Da die Haut des *Proteus* pigmentlos ist, so lässt sich hier, wenn man dieselbe von der oberen Fläche (nach Wegschaffung der Epidermis) besieht, gewahren, dass die bündelförmigen Abtheilungen der Bindesubstanz in ähnlicher regelmässiger Ordnung ringförmig um die Hautdrüsen ziehen, wie auf dem Querschnitt der Knochen die Lamellen um die Markkanäle kreisen. Die anderen zwischen den zu den Drüsen gehörenden Ringen verlaufenden Bündel wiederholen die Conturen der Haut im Ganzen. Bei *Myxine* scheint mir die Lederhaut etwas Eigenthümliches zu haben, sie geht nämlich in eine homogene, dünne, leicht abstreifbare Membran aus, die an der freien Fläche mit zahlreichen, hellglänzenden Höckerchen sich versehen zeigt. — Die elastischen Fasern der Lederhaut vereinigen sich bald in den oberen Lagen des *Coriums*, z. B. bei manchen Säugern, Schaf, Rind u. a., bald in den unteren bei den Selachiern, bei Vögeln (Auerhahn z. B.), Batrachiern, (Frosch) zu continuirlichen Netzen. Auch in der Flughaut der Säuger soll sich elastisches Gewebe besonders angehäuft finden. Andererseits erblicke ich in der gekochten Lederhaut des Maulwurfes, im frischen Zustande bekanntlich so sehr derb, ausser den Bindegewebskörpern nichts von elastischen Elementen. Die Bindegewebskörper besassen in der Haut der Tatzen alle noch ein kernartiges Gebilde. — In der Tiefe geht die Lederhaut bei manchen Fischen in Schleimgewebe aus, welches beim Hecht und Flussbarsch in geringerer, beim Karpfen, Schlei, Weissfischen, Aalruppe in bedeutender Menge zugegen ist. Zwischen das Schleimgewebe hin ziehen die Bündel gewöhnlichen Bindegewebes unter der Form eines dem freien Auge weisslich erscheinenden Netzes. Auch die dicke Haut des *Orthagoriscus* enthält innerhalb der Bindegewebszüge eine gallertartige Substanz.

§. 82.

Papillen der Lederhaut.

Die Lederhaut kann sich auf ihrer freien Fläche zu Papillen verlängern, bezüglich deren Anwesenheit bei Säugern und Vögeln sich eine gewisse Gesetzmässigkeit dahin offenbart, dass die behaarten und befiederten Hautpartien ohne freie Papillen sind, da sie gewis-

sermaassen alle zu Haar und Federpapillen verbraucht wurden; die haarlosen oder kahlen Stellen hingegen bilden hügel- und wallartige Erhebungen, daher findet man, und zwar sehr entwickelte Papillen, an den Sohlenballen vom Hund, Katze, Dachs (wo, wie ich sehe, noch kleine, sekundäre Papillen die grossen besetzen), Kameel (Wedl fand die Papillen hier lang und spitz), ferner am Rüssel des Schweins, Schnauze der Wiederkäuer *), Vorhaut des Pferdes u. a. a. O. An den Lippen und Sohlenballen von *Hypudaeus arvalis* vermisse ich die Papillen. Ganz enorm lange fadenförmige Papillen senken sich allenthalben an der kahlen Haut der Cetaceen in die Oberhaut ein (bei *Balaena longimana* sehe ich sie fast von ½ Zoll Länge), ähnlich dürften sie sich auch, worauf schon ältere Beobachtungen (von Rapp, Brechet) hinweisen, beim Nilpferd, Rhinoceros etc. verhalten.

Bei den Vögeln trifft man dem Obigen zufolge stattliche Papillen in der Haut, welche die Schnabelknochen überzieht, mir bekannt von Enten, Gänsen, ebenso erheben sich die kahlen Partien um die Augen z. B. am Auerhahn in Wälle und Papillen; in der *Planta pedis* sitzen den grossen Papillen noch kleine Nebenpapillen auf, endlich sind die felderartigen grösseren und kleineren Abtheilungen am Vogelbein als platte Erhebungen anzusehen, deren Conturen sich in den deckenden Epidermistafeln abzeichnen.

Das *Corium* der Amphibien, obschon ohne Haare und Federn, scheint im Allgemeinen der mikroskopisch feinen Papillen zu ermangeln, ich weiss bis jetzt wenigstens nur von solchen an der Daumendrüse der Frosch- und Krötenmännchen. Jedoch erhebt sie sich z. B. bei der *Pipa dorsigera* in dichtstehende, dem freien Auge unterscheidbare zitzenförmige Wärzchen, welche an andern Körperstellen, z. B. an den Fussenden, zu nur bei starker Vergrösserung sichtbaren Papillen herabsinken, sowie die grösseren Höcker und Falten des Coriums bei Sauriern (*Lacerta, Chamaeleon* u. a.) wohl ebenfalls in der Categorie der Papillarbildungen unterzubringen sind. Auch bei vielen Fischen erscheint die Haut papillenlos, während andere Gattungen dergleichen Gebilde und zwar von sehr ausgezeichneter Art besitzen. So haben die meisten unserer Süsswasserfische am ganzen Kopf, mit Ausnahme der Hautstellen, welche als einge-

---

*) An der den Schnabel der *Echidna* überziehenden Haut nehme ich ebenfalls sehr entwickelte Papillen der Lederhaut von konischer Form wahr. Seltsamer Weise ragte jede Papille mit ihrer bindegewebigen Spitze eine Strecke weit über die braune pigmentirte Epidermis hervor, was doch wohl nur in Folge der Abreibung der obersten Epidermislagen bewirkt sein mochte. Uebrigens zeigte sich die Epidermis wohlerhalten und von scharfem Rande. Aehnlich wird sich auch die Schnabelhaut von *Ornithorhynchus* verhalten, da „sie mit Nerven reichlich versorgt ist" und die Thiere, wie die Enten mit dem Schnabel im Schlamme wühlend, ihre Nahrung suchen. Die Schnabelhaut der Enten geht in sehr entwickelte Papillen aus (s. unten).

klappte Hautfalten versteckt liegen, sowie auch über den übrigen Körper hin Papillen von cylindrischer, auch wohl kelchförmiger, seltener spitz zulaufender Form. Das freie Ende ist quer abgeschnitten mit seichter Aushöhlung, der Rand läuft auch (z. B. an den Lippenpapillen von *Leuciscus Dobula*) in einen Kranz ziemlich langer, spitz endigender Fortsätze aus. Bei Selachiern finden wir z. B. an *Scymnus lichia* in der Nähe der Ober- und Unterlippe einfache oder mehrspitzige Papillen, sie sind jedoch nicht von der spezifischen Natur wie jene der Teleostier, da man in ihnen bloss Gefässschlingen erblickt, bei den Süsswasserfischen aber zugleich mit den Gefässen Nerven, die mit eigenthümlichen becherförmigen Körpern, auf dem Ende der Papillen ruhend, in Beziehung zu stehen scheinen (wovon noch ein Mehres). Einige Fische können statt der Papillen Hautleistchen zeigen, so bei *Chimaera monstrosa*, oben und seitlich an der Schnauze, wo sie netzförmig sich durchkreuzen, auch die Haut des blinden Fisches der Mammuthhöhle erhebt sich (nach *Tellkampf*) kamm- oder franzenartig in zahlreiche kleine Längs- und Querfalten.

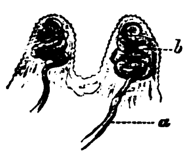
§. 67.

Nerven.

Die Nerven der Lederhaut verbreiten sich geflechtartig und enden wohl nie, wie man früher annahm, schlingenförmig, sondern die Nervenfasern theilen sich, werden blass und hören fein zugespitzt auf (?); so wenigstens schien es mir nach früheren Untersuchungen bei Amphibien (Proteus z. B.) und bei Säugethieren zu sein. *Axmann* meldet, dass beim Frosch eine netzförmige Verbindung der feinsten Nervenfasern statt habe. Bei Säugethieren kommt es, wie wir durch *Meissner* erfahren nur in den Händen der Affen zur Bildung von Tastkörperchen, in der Haut der Vögel enden viele Nervenfasern cylindrisch verdickt als sog. Pacinische Körperchen (vergl. Tastwerkzeuge), die man besonders in den Schnabelpapillen und um die Federbälge herum wahrnimmt. In den Papillen der Daumendrüse des Froschmännchens habe ich gleichfalls den Tastkörperchen analoge Bildungen aufgefunden.



Fig. 42.



Zwei Papillen aus der Daumendrüse des Froschmännchens.
a Nerv, b Tastkörperchen. (Starke Vergr.)

Gefässe.

Die Blutgefässe der Lederhaut lösen sich wohl überall in engere und weitere Maschennetze auf, und wo Papillen zugegen sind, schicken sie in diese einfache oder verzweigte Gefässschlingen. *Hyrtl* hat im Kamme der Vögel *Arteriae helicinae* beschrieben, die von *Valentin* für Schlingen erklärt werden, deren Schenkel sich decken. Im Hahnenkamm existiren

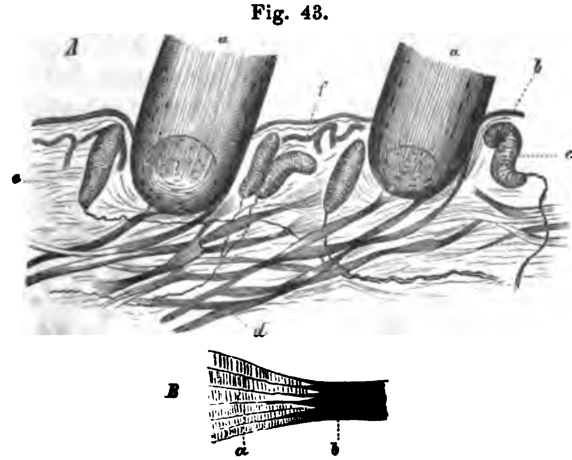
sicher keine *Arteriae helicinae*, wenn gleich das Verhalten der Gefässe etwas eigenthümlich ist. Der Kamm, so wie die Kehlläppchen bestehen aus einer Hautduplikatur, deren Blätter am Kamm dicker als an den Läppchen sind. Das Bindegewebe derselben ist fest und derb und geht am freien Rande in dichtstehende, nicht eben hohe Papillen aus. Zwischen den beiden Hautblättern liegt lockeres Bindegewebe mit den Gefässstämmchen und Nerven. Es fällt mir nun auf, dass, während die Blutgefässe innerhalb des lockeren Bindegewebes deutliche Gefässwandungen besitzen, sie in dem derben Bindegewebe der Hautduplikatur selber eher den Charakter von Lakunen zu haben scheinen; zweitens erhebt sich in jede Papille eine Capillarschlinge von ungewöhnlicher Weite, und die hochrothe Farbe des Kamms rührt nur von der Anfüllung derselben her, es ist kein besonderes Pigment vorhanden. — An lebenden Rochen, welche ein sehr dichtes Gefässnetz der Haut zeigen, erblickt man, besonders wo grosse Stacheln aus der Haut hervorstehen, rings um die Basis derselben eine ausgezeichnete Capillarverzweigung. Hat die Haut, wie bei *Salamandra maculata* u. a. Reptilien, hellfarbige Flecken, so werden nach *Hyrtl* an diesen Stellen die Gefässe plötzlich kleiner und ihre Maschen grösser. — Die Haut der Vögel ist im Allgemeinen weniger gefässreich, als die der Reptilien. Hingegen hat *Barkow* entdeckt, dass an den zur Brütezeit von Federn entblössten und eines *Panniculus adiposus* entbehrenden Bruststellen die reichsten Gefässnetze sich entwickeln.

§. 78.

Muskeln.

Wie weit muskulöse Elemente in der Lederhaut der Wirbelthiere verbreitet sind, ist noch nicht genau gekannt. Die Haut der Fische und Amphibien scheint nie welche zu besitzen. Man vermuthet zwar gegenwärtig, um ein Verständniss der auffallenden Farbenveränderungen der Reptilien (vieler Saurier, *Chamaeleon* besonders, mancher Schlangen, *Herpetodryas*, und der Frösche, vergl. unten „Haut der Mollusken“) zu ermöglichen, dass contractile Fasern zu diesem Phänomen mitwirken; doch glaube ich nach wiederholter Prüfung nur in der Wand der starken Hautdrüsen, welche beim Frosch an den Seiten und an den Lippen sich finden, glatte Muskeln erkannt zu haben, nicht aber in dem übrigen Corium. Anders verhält es sich mit den Vögeln, hier liegt in den tieferen Hautschichten ein sehr entwickeltes Muskelnetz, bestehend aus Fasern, die man gemeinhin als glatte anspricht, die aber mit Spuren von Querstreifung versehen, zu den Zwischenstufen von glatten zu quergestreiften Fasern gehören. Sie sind zu verschieden breiten Bündeln vereint und zwischen die Muskeln werden Sehnen aus elastischem Gewebe eingeschoben und mit eben solchen Sehnen setzen sie sich an die Federbälge und an das elastische Stratum des Coriums an. Auch in der Fleischtrottel, welche beim Puter (*Meleagris gallopavo*) an der Schnabelwurzel und an der Kehle herabhängt, finde ich ein dichtes Geflecht von glatten Muskeln; er verkürzt auch beim Fressen das fingerförmigen An-

Fig. 43.



A Haut eines Vogels, mässige Vergrösserung: a Feder, abgeschnitten, b Epidermis, c Lederhaut, d Muskelnetz, e Pacinische Körper, f Blutgefässe.
B Ein Stückchen Hautmuskel bei starker Vergrösserung: a Muskelsubstanz, b Sehnen.

hängsel, dass es nicht mehr so lang ist, als der Schnabel. Die Nerven sind gleichfalls stark und zahlreich.

In der Lederhaut der Säuger scheinen die glatten Muskeln zurückzutreten, ich kenne sie wenigstens nur als Fleischhaut des Hodensackes und als Muskellage jener Hautdrüsen, welche als umgewandelte Schweissdrüsen aufzufassen sind. Vergeblich habe ich am Rücken, Bauch und Schenkel mehrerer Nager, so wie beim Hund und Rind nach gatten Muskeln gesucht; ebenso erging es *v. Hessling* bei der Spitzmaus und der Gemse. Nur noch in der Lederhaut des buschigen Schwanzes vom Eichhörnchen glaube ich contractile Elemente nachweisen zu können. Das Sträuben der Haare mag sonst abhängen von den starken quergestreiften Muskeln, welche zunächst unter der Haut liegen und deren Sarcolemma unmittelbar mit der Bindesubstanz der Lederhaut zusammenfliesst, sich auch wohl direkt an die Bälge der dickeren Haare (z. B. Tasthaare) ansetzt. Am behaarten Theile der Schnauze vom Schwein, Hund sehe ich die quergestreiften Primitivbündel des Hautmuskels sich baumartig verästeln und mit ihren Endausläufern bis nahe an die Grenzschicht der Lederhaut reichen. Auch *Huxley* bildet verzweigte Muskelbündel aus der Lippe der Ratte ab. — Die sog. Fleischtrotteln an der Kehle der Ziegen haben nichts muskulöses, es sind, wie ich nach Untersuchung derselben von einem jungen Thier einflechten kann, Aussackungen der Haut, die aber insofern der Aufmerksamkeit würdig sind, als sich in ihrem Innern ein festerer Achsenstrang vorfindet, der, die Form der Trotteln im Kleinen wiederholend, eine keulenförmige Gestalt hat. Er weisst sich mikroskopisch als ein echter Netzknorpel aus, dessen Zellen sehr blass sind und leicht am Schnittrande herausfallen, während die netzfaserige Substanz den Charakter des elastischen Gewebes dar-

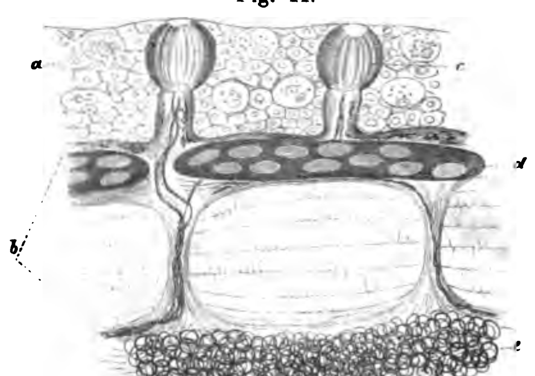
bietet. Ausserdem bemerkt man in den Trotteln noch einige Nervenstämmchen, Blutgefässe und Fetttträubchen.

§. 85.

Hautdrüsen der Reptilien.

Sehen wir uns nach dem Vorkommen der Hautdrüsen um, so vermissen wir sie bei Fischen vollständig, und was man gemeinhin Hautschleim nennt und fälschlich von eigenen Drüsen abgesondert sein lässt, ist die durch den beständigen Wasseraufenthalt weichbleibende Epidermis selber. Auch bei den Vögeln existiren keine Schweiss- und Talgdrüsen und nur statt der letzteren dient zum Einsalben der Federn die Bürzeldrüse, deren Sekretionszellen sich allerdings (Sperling z. B.) wie die der gewöhnlichen Talgdrüsen verhalten. Sie schliessen Fettmoleküle, auch wohl grössere Fetttropfen ein. — In der Classe der beschuppten Reptilien sind Hautdrüsen nur auf bestimmte Gegenden beschränkt (Schenkeldrüsen der Saurier, welche bei *Lacerta agilis* sehr zierliche,

Fig. 44.

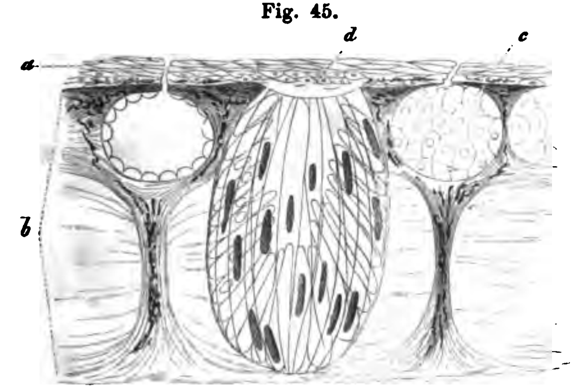


Durchschnitt der Haut des Aales.
a Epidermis, b Lederhaut, c becherförmige Organe auf den Papillen, d Schuppe, e Fettlage unter der Lederhaut. (Mässige Vergr.)

scharf abgesetzte Drüsengruppen vorstellen, Moschusdrüsen der Krokodile und gewisser Schildkröten u. s. w.) Hingegen bei den Batrachiern gewahren wir sie sehr allgemein über die ganze Hautfläche verbreitet. Ihren Umrissen nach bieten sie nie einen traubigen Typus dar, sondern haben stets die Gestalt eines Sackes, der entweder einfach ist oder zahlreiche Scheidewände nach innen entsendet, wodurch die Drüse fächerig wird, wie *Peters* von den Moschusdrüsen der Schildkröten und Krokodile beschreibt. Bei der Batrachiern werden die Hautdrüsen an gewissen Körperstellen grösser, und da auch deren Sekret sich morphologisch etwas anders zeigt, so kann man füglich von zweierlei Hautdrüsen der nackten Amphibien sprechen, von kleinen über die ganze Hautfläche weggehenden und von grösseren, zu welchen die seit Langem bekannten Drüsenwülste der Kröten und Salamander hinter den Ohren, sog. Parotiden, (am grössten bei *Bufo agua*), dann die Seitendrüsen der Salamander gehören;

Eckhard theilt mit, dass auch an den hintern Extremitäten der Kröten über den *Musc. peron. lateral.* Drüsen vorkommen von derselben Entwicklung, wie hinter dem Ohr. Auch bei den Fröschen (*Rana ocellata*, *R. temporaria*) beginnt etwas hinter der Ohrgegend ein dicklicher Streifen, der sich weit nach hinten erstreckt und aus besonders grossen Drüsen besteht. Die Daumendrüse der Männchen der schwanzlosen Batrachier (*Rana*, *Bombinator* z. B.) zählt nicht minder hieher. Auch rings um die Kloakenöffnung sind bei den Fröschen die Hautdrüsen besonders entwickelt. Endlich bei *Coecilia annulata* hat die Haut am hintern Körperende durch die hier so sehr ausgebildeten Drüsen sich ganz beträchtlich verdickt, zugleich lässt sich dabei deutlich bemerken, dass mit den grossen Drüsen in den oberen Schichten der Lederhaut noch die kleinen, gewöhnlichen Drüsensäckchen zugegen sind, was auch für die berührte Differenz der beiden Drüsenarten sprechen dürfte. Nicht minder sieht man an der sog. *Parotis* des Salamanders zwischen den Ausmündungen der grossen Drüsenbälge die gewöhnlichen kleinen Hautdrüsen.

Fig. 45.



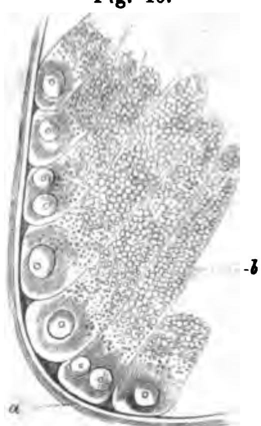
Durchschnitt durch die Haut des Frosches, stark vergrössert.
a Epidermis, b Lederhaut, c die kleinen Drüsen, d die grossen mit Muskellage.

§. 86.

Alle aufgezählten Hautdrüsen haben eine **bindegewebige Tunica propria**, die in den grösseren Drüsensäcken stärker als in den kleineren ist, nach aussen wird sie an den Moschusdrüsen der Schildkröten und Krokodile von einer quergestreiften Muskellage umgeben (**Peters**), an den Hautdrüsen der Batrachier glaube ich nur an den Seitendrüsen des braunen Grasfrosches eine Schicht glatter Längsmuskeln erblickt zu haben, an den grossen Drüsen der Salamander so wie der *Coecilia* konnte ich nichts von Muskeln wahrnehmen. Die **Sekretionszellen**, welche der inneren Fläche der Tunica propria anliegen, haben in den kleinen Hautdrüsen eine mehr rundliche, in den grossen eine längliche Gestalt und was der Beachtung werth sein dürfte, sie sind bei *Coecilia annulata* von einer solchen Grösse, dass

vielleicht nur die Schleimzellen in der Epidermis sehr glatter Fische (Schleie z. B.) mit ihnen vergleichbar wären. Jedenfalls reihen sie sich unter die grössten Sekretionszellen der Wirbelthiere. Der Inhalt der Zellen in den kleinen Drüsen ist ein feinkörniger; der aus den Zellen der grossen Drüsensäcken besteht aus hellen Eiweisskügelchen, welche in den Zellen der *Coecilia* erst in einiger Entfernung von dem Kern ihren Umfang vergrössern.

Fig. 46.



Ein Stück einer grossen Hautdrüse von Coecilia annulata. a Tunica propria., b Sekretionszellen. (Starke Vergr.)

§. 87.

Die wabenartigen Räume auf dem Rücken der *Pipa dorsigera*, in welcher die Entwicklung der Jungen statt hat, müssen ebenfalls für kolossal entwickelte Hautdrüsen angesehen werden. Ich untersuchte ein Weibchen, dessen Eier noch im Eierstock waren und ein anderes mit schon weit vorgeschrittenen Embryonen innerhalb der Alveolen des Rückens. Bei ersterem sah man in der Rückenhaut dieselben kugelförmigen Drüsen mit engem Ausführungsgang durch die Epidermis, wie an der übrigen Haut des Körpers. Die Drüsen stehen im Verhältniss zu anderen Batrachiern gar nicht dicht, sind vielmehr ziemlich weit auseinander gerückt. Zwischen den Drüsen erhebt sich die Haut in Papillen von verschiedener Grösse. Bei dem zweiten Thier waren am Rücken die bezeichneten Drüsen nicht mehr vorhanden, sondern statt ihrer die grossen Alveolen, die Embryonen enthaltend. Das Innere dieser Waben war von einem zarten Plattenepithel ausgekleidet, das Bindegewebsstratum, als besondere Haut darstellbar, pigmentirt, und in ihm verliefen auch Bündel glatter Muskeln, die sonst in der Lederhaut durchaus mangeln.

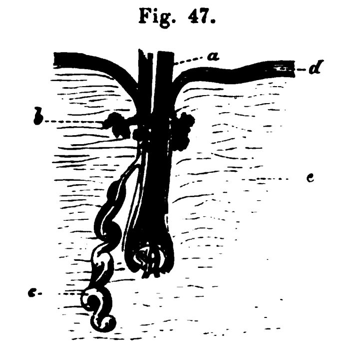
§. 88.

Hautdrüsen der Säuger.

Die Drüsenformen, welche der Haut der Säugethiere zukommen, sind Talg- und Schweissrüsen in grösserer oder geringerer oder auch

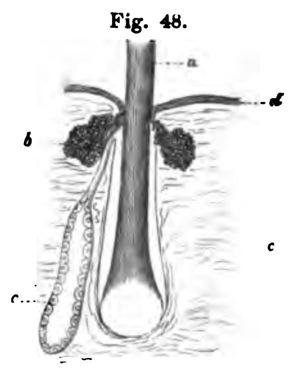
eigenthümlicher Ausbildung; Talgdrüsen fehlen nie an behaarten Hautflächen, und sind stellenweise mehr entwickelt, beim Maulwurf z. B. am Mundwinkel, so dass sie schon das freie Auge leicht erkennt; wohl aber können die Schweissdrüsen vermisst werden, wie ich es wenigstens beim Maulwurf, Ratten und Mäusen finde; andere Gattungen besitzen die Schweissdrüsen über die ganze Haut weg, so das Pferd, Rind, Schaaf, Schwein, der Hund, jedoch in etwas wechselnder Entwickelung. Die einfachste Form erblickt man beim Kalb, hier ist die Schweissdrüse ein gerader, nicht gewundener Schlauch, dessen verengter Ausführungsgang immer unterhalb der Talgdrüsen in den Haarbalg mündet. Fast zu jedem Haarfollikel gehört eine solche Schweissdrüse. Etwas beträchtlicher sind die Schweissdrüsen an den

Fig. 47.



Durchschnitt der Haut des Hundes:
a Haar, b Talgdrüsen, c Schweissdrüsen, d Epidermis, e Corium.

Fig. 48.



Durchschnitt der Haut des Kalbes:
a Haar, b Talgdrüsen, c Schweissdrüsen, d Epidermis, e Corium.

(Geringe Vergr.)

behaarten Partien des Hundes, indem sich seitlich an jedem Haarbalg herab ein gewundener Drüsenschlauch erstreckt, der über das blinde Ende des Follikels ziemlich weit hinausragt und durch seine Schlängelungen einen länglichen schmalen Knäuel bildet. Endlich ganz vom Aussehen der menschlichen Schweissdrüssen sind sie beim Schwein, Schaaf, Pferd, ebenso in den Sohlenballen vom Hund, Katze, Dachs, Ratte, Maus u. a. nur vermisse ich sie auch hier beim Maulwurf. Die kahlen Cetaceen haben wieder mit den Fischen gemein (ich stütze mich hierbei auf die Untersuchung von Hautstücken der *Balaena longimana* und *B. australis*), dass ihnen jegliche Hautdrüsen abgehen. Doch darf man in jenen Cetaceen, welche immer oder nur im Fötalzustand Barthaare an der Oberlippe besitzen, der Analogie nach die Anwesenheit von Talgdrüsen vermuthen.*)

*) Ich habe unterdessen Gelegenheit gehabt, einen wohlerhaltenen Embryo von *Manatus* zu besehen, welcher nicht bloss Barthaare besitzt, sondern auch über den ganzen Körper weg eine freilich äusserst spärliche Behaarung zeigt, indem die Haare weit auseinander stehen. In einer frühern Epoche des embryonalen Lebens

§. 89.

In ähnlicher Weise, wie beim Menschen die Schweissdrüsen eine specifische Umbildung zu den Ohrenschmalzdrüsen erfahren können, oder die Talgdrüsen zu den Meibom'schen Drüsen heranwachsen, so geschieht solches in ausgedehntem Maassstab bei Säugethieren und die vielen Drüsen der Haut, welche stark riechende Sekrete bereiten und unter mancherlei Benennungen beschrieben werden, stellen histologisch gemustert, lediglich entwickelte Schweiss- oder Talgdrüsen vor. Es sind z. B. die Seitendrüsen der Spitzmäuse massige Schweissdrüsen, während die Drüsen an den unter dem Namen Brunftfeige bekannten Hautwülsten der Gemse sich als starke Talgdrüsen zu erkennen gegeben haben (*v. Hessling*). Die dicke, auf dem Durchschnitt kaffeebraune Drüsenlage, welche die Schwanzwirbelsäule des Hirsches rings umgiebt, kann auch nur auf entwickelte Schweissdrüsen bezogen werden. Die anscheinend traubig-gelappten Drüsenblasen sind von zahlreichen Blutgefässen umsponnen und ihre Sekretionszellen prall von einer fein granulären Substanz. Die Haare des Schwanzes haben ihre eigenen zierlichen Talgdrüsen (*Leydig*). Nicht minder sind Talgdrüsen: die grossen Vorhautdrüsen der Ratten, Mäuse, die Meibom'schen Drüsen, die Gesichtsdrüsen der Fledermäuse, (wahrscheinlich auch der eigenthümliche Sack in der Nähe des Ellenbogens bei der Beutelfledermaus aus Surinam, s. *Krause* im Arch. f. Naturg. 1846 und die Drüse an der Flughaut von *Emballonura canina* s. *Reinhardt*, Froriep's Tgbl. Nr. 188, 1850), die Drüsen in der Saugtasche des Dachses, wahrscheinlich auch die Violdrüse des Fuchses und Wolfes auf dem Schwanzrücken, vielleicht auch die Hinterhauptsdrüse der Kameele, die Kopfdrüse des Elephanten, unter der nach Beobachtung von *Otto* (*Carus* und *O.*, Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie) ein Wundernetz liegt. An manchen Orten der Haut bilden sich die Schweiss- und Talgdrüsen zusammen zu grösseren Massen um, was in jenen beutelförmigen Einstülpungen der Haut geschieht, die unter dem Namen Analsäcke bekannt sind. Hier erreichen die beiden Drüsenarten einen beträchtlichen Umfang und das Sekret beider mengt sich im Analsack. Auch an den sog. Inguinaldrüsen des Hasen nnd Kaninchen kann man die beiderlei Drüsenspecies leicht von einander wegkennen. Einen ähnlichen Bau vermuthe ich auch von den Perinealdrüsen (*Viverra*) und den Huf- und Klauendrüsen der Wiederkäuer, des

---

mag übrigens der Haarbesatz weit dichter gewesen sein, denn bei mikroskopischer Untersuchung erblickt man eine Menge von Gruben, die nur die Stellen anzukündigen scheinen, wo die Haare bereits ausgefallen sind. Die Haare haben den Charakter von Wollhaaren, sind dünn, ohne Marksubstanz, die Barthaare zum Theil mit zerstreuten braunen Pigmentklümpchen im Innern. Zu jedem Haar gehören einige Talgdrüsen von geringer Grösse und einfach beutelförmiger Gestalt. Schweissdrüsen fehlen an den untersuchten Gegenden. An der Schnauze verlieren sich die Bündel quergestreifter Muskeln zwischen die Haarbälge.

Rhinoceros, von dem Drüsensack auf dem Rücken der Pekariarten, Leistendrüsen der Gazellen u. dergl. (Wie verhalten sich wohl näher die von *Owen* am *Rhinoceros indicus* beschriebenen „schlauchförmigen Drüsen“ hinter der Sohle?) — Die sog. Giftdrüse des männlichen Schnabelthieres ist ebenfalls den Hautdrüsen äquivalent zu achten.

§. 90.

Haut-pigmente.

Die dunklen Färbungen der Haut hängen beim Menschen von dem Pigmentgehalt der Oberhautzellen ab und auch bei Thieren können, wovon nachher, die Epidermisschichten pigmentirt sein, andere Thiere weichen aber darin vom Menschen ab, dass auch die verzweigten Bindesubstanzräume in den oberen Lagen der Lederhaut mit Pigment erfüllt sind, so bei vielen Säugern und Vögeln, ja bei gar manchen Reptilien und Fischen zeigt sich die Hauptmasse des Pigments in der Lederhaut abgelagert, bei *Coluber natrix, Lacerta agilis* z. B. ist das schwarze, grüne, gelbbraune Pigment fast nur dort untergebracht. Die durch Pigment ausgezeichneten verästelten Bindegewebskörperchen bilden häufig bei Fischen (*Leuciscus dobula*) ungeheuer weit verzweigte Sterne, wie sie einem sonst bei höheren Thieren nie mehr zu Gesicht kommen.

Nimmt man Rücksicht auf die Elemente des körnigen Pigments, so unterscheidet man dreierlei: 1) Die Körnchen des braunen bis schwarzen Pigmentes. Davon verschieden sind 2) die Körnchen eines namentlich bei Reptilien und Fischen vorkommenden weissen oder weissgelben Pigmentes und endlich 3) die Elemente des Metallglanzes bei Fischen und Amphibien. Es sind eigenthümliche krystallinische Bildungen, die von Molekulargrösse an bis zu grossen längsgestrichelten schön irisirenden Plättchen oder Flitterchen sich ausbilden. (Sie bestehen aus einer organischen, stickstoffhaltigen Substanz mit anorganischen Salzen, *v. Wittich.*)

Erwähnenswerth dürfte noch sein, dass die Mitglieder der Höhlenfauna eine meist unpigmentirte Haut haben, ich erinnere an den in den unterirdischen Räumen des Karstgebirgs lebenden Olm und an den blinden Fisch der Mammuthhöhle in Amerika.

§. 91.

Haut-knochen.

Ossifikationen der Lederhaut kommen bei vielen Wirbelthieren in grösserer oder geringerer Ausdehnung vor. Aus der Gruppe der Vögel wüsste ich kein Beispiel namhaft zu machen, von den Säugethieren ein einziges, die Gürtelthiere (*Dasypus, Chlamydophorus*), von deren Corium ein guter Theil zu Knochenplättchen umgewandelt ist, bei *Dasypus* hat die der Epidermis zugewandte Fläche den Charakter der *Substantia dura*, sie ist glatt, von wenigen kleinen Löchern durchbohrt, die Knochenkörperchen rundlich, mit kurzen, wenig verästelten Canälen. Nach innen zu tritt mehr der Charakter der *Substantia spongiosa* hervor, die Markräume gewinnen das Uebergewicht über die

Knochenbälkchen. (*H. Meyer*). Die Knochenschilder sind gefässhaltig (*Alessandrini*). Zum Hautskelet kann man auch das knöcherne Geweih des Rothwildprets zählen, in gewisser Beziehung vielleicht auch die Zapfen auf der Stirn der Giraffe, obschon sie noch von bindegewebiger Lederhaut überzogen sind, was strenger genommen, einigen Grund abgiebt, sie den Hautknochen nicht beizurechnen. Früher äusserte man, dass die Geweihe vom Knochen „durch Beimischung von Hornmasse sich unterscheiden", was mir doch gar keine Begründung zu haben scheint, denn der ursprünglich vorhandene epidermoidale Ueberzug schält sich später als sog. Bast zugleich mit der nicht ossificirenden und übrig gebliebenen Lederhaut ab und die Geweihe bestehen, wie Schliffe zeigen, aus sehr gefässreicher Knochensubstanz.

Häufiger erscheinen die Hautossificationen bei Amphibien und noch mehr in der Classe der Fische. Bei den Batrachiern *Ceratophrys dorsata, Bufo maculiventris, Notodelphys ovifera, Brachycephalus* u. a. ist die Lederhaut des Schädels grössentheils verknöchert und mit den Schädelknochen zu eins verschmolzen, (was auch schon von *G. Carus*, Erläuterungstaf. z. vergl. A. angedeutet wurde), *Ceratophrys* besitzt ferner in der Lederhaut des Rückens eine grosse, kreuzförmige Knochenplatte, deren Knochenkörperchen, da sie lang und schmal sind, an Zahnkanälchen erinnern. Ebenso besitzt *Brachycephalus ephippium* ein ausgedehntes knöchernes Rückenschild. Auch bei Sauriern giebt es Hautossificationen, so finde ich bei *Anguis fragilis* über die ganze Haut weg zierliche, sich schuppenartig deckende Knochenschilder. Jedes Schildchen ist an seiner Basis von etlichen Canälen durchbohrt, die auf der Oberfläche divergirend verlaufen und zu Furchen werden. Auf dem Schädel ist die Lederhaut ebenfalls ossifizirt und mit den Kopfknochen verschmolzen, ferner haben die Skincoiden, *Pseudopus*, kleine, die Crocodile und Schildkröten bekanntlich mächtige Knochenschilder der Haut, (die der Schildkröten sehe ich von zahlreichen Markkanälen durchzogen), andre Saurier sind ohne Hautknochen: *Lacerta agilis, Chamaeleo africanus, Uromastix spinipes, Agama aurita, Amphisbaena* boten mir wenigstens in den untersuchten Hautstellen keine dar. Von Schlangen habe ich *Coluber natrix* geprüft, aber mit gleich negativem Erfolge.

§. 92.

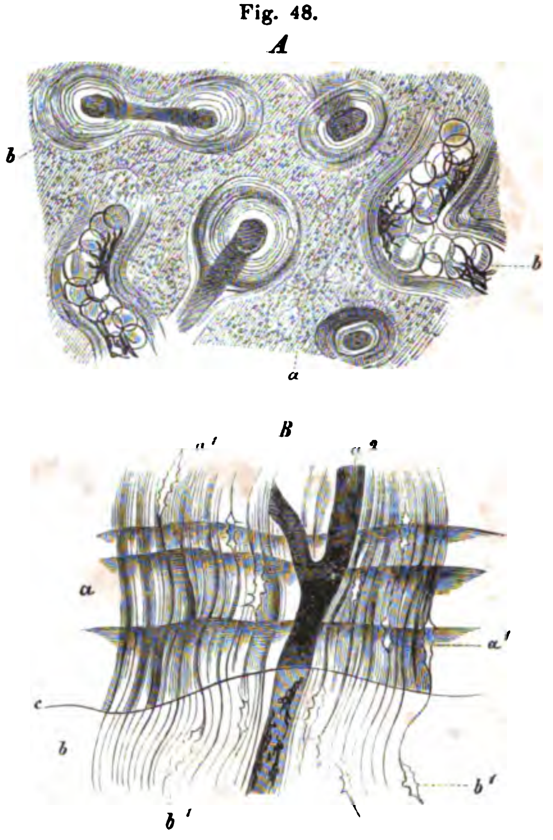
Bei den Fischen hat man von den dünnen Schuppen und Hautkörnern an bis zu den Schildern und zusammenhängenden Panzern eine stetig fortlaufende Reihe von Ossificationen der Lederhaut, ja bei manchen Arten (z. B. *Polypterus*, noch mehr *Ostracion* u. a.) zeigt sich der grösste Theil des Coriums zu einem äusseren Skelet verknöchert. Mit Rücksicht auf den feineren Bau und bezüglich des Verhältnisses in welchem die Schuppen zur Lederhaut stehen, sei Folgendes hervorgehoben. Die Schuppen unserer meisten Süsswasserfische erscheinen als theilweise Ossificationen von platten Haut-

fortsätzen, die man herkömmlich Schuppentaschen nennt, und um sich von der Richtigkeit dieser Auffassung leicht zu belehren, möchte ich besonders den Spiegelkarpfen empfehlen, an dessen Haut man die verschiedenen Bilder beisammen hat. Dieser Fisch, bekanntermaassen eine Abart des *Cyprinus carpio*, zeichnet sich dadurch aus, dass er, mit Ausnahme von drei Reihen grosser Schuppen, sonst nackt ist. Auf der kahlen Haut kommen durchweg kleine Höckerchen von mannichfacher Gestalt und wechselnder Grösse vor, welche nichts anderes sind, als verkümmerte Schuppentaschen, denn in den grösseren lässt sich auch noch mikroskopisch eine kleine Schuppe entdecken. Da nun an den Ausläufern der Haut nur das Innere derselben zur Schuppe ossifizirt, so bleibt ober- und unterhalb derselben eine zusammenhängende bindegewebige, gefäss- und nervenhaltige Lage übrig und bildet die „Schuppentasche", die auch bei manchen Fischen (*Tinca*, *Labrus*) in einen spitz zulaufenden, freien Fortsatz sich ausserdem verlängert. Es geht daher bei vielen Teleostiern über die Oberfläche der Schuppe noch ein bindegewebiges Stratum weg, wird aber auch dieses in die Verknöcherung hineingezogen, wie z. B. bei *Polypterus*, so folgt auf die Schuppensubstanz nach aussen die Epidermis und weil diese an gar manchen Körperstellen durch die Umstände abgerieben wird, so liegt dann die Schuppe frei zu Tage. Ebenso verhält es sich mit den Schuppen und Hautstacheln der Rochen und Haie, dies sind, wie sich sehr klar übersehen lässt, ossificirte Papillen der Haut, und an jüngeren Haien haben alle Schuppen einen vollständigen Epidermisüberzug, an denen älterer Thiere hingegen erscheint der freie Rand häufig unbedeckt von einer Epidermis, sie ist verloren gegangen und erhält sich nur an einzelnen geschützten Lokalitäten (so sah ich z. B. an *Galeus canis* die Schuppen der Nickhaut deutlich unter der Epidermis liegen.)

§. 93.

Die kalkhaltige Grundsubstanz der Schuppen ist homogen oder geschichtet streifig; an unsern Süsswasserfischen kann sie nach Behandlung mit Essigsänre in Fasern von blassem, starren Aussehen, die in grösseren Fetzen sich gern vom Rande her einrollen, gespalten werden. An den Schuppen des *Polypterus* zeigt die körnig-streifige Grundsubstanz eine concentrische Schichtung um die Havers'schen Hohlräume, sowie ausserdem namentlich an der Basis senkrechte und wagrechte Lamellen, wie die daran stossende, nicht ossificirte Lederhaut. Viele, besonders die sehr dünnen Schuppen sind ohne den Knochenkörperchen vergleichbare Hohlräume, andere zeigen nur sehr rudimentäre, zu kleinen punktförmigen Räumen herabgesunkene Knochenkörperchen; schon entwickeltere haben z. B. die pfriemenförmigen, stachelähnlichen Schuppen des *Cottus gobio*, sie sind in der verbreiterten Basis mehr rundlich, am Rande einigemal ausgezackt, gegen den Stachel hin ziehen sie sich in die Länge und werden nicht selten

Fig. 48.



A Senkrechter Schnitt einer in Säure macerirten Schuppe von Polypterus: a Grundsubstanz mit Knochenkörperchen, b Havers'sche Kanäle.

B Von derselben Schuppe der unterste Theil, welcher continuirlich mit der Lederhaut zuasmmenhängt:

a Schuppe mit dem Knochenkörperchen a¹ und dem Havers'schen Kanal a², b die Lederhaut mit dem Bindegewebskörperchen b¹. (Starke Vergr.)

linienförmig. Auch die den Schuppen der Seitenlinie aufgesetzten Rinnen und Halbkanäle besitzen in dem einen Fall (Weissfische, Barsche) nur Knochenkörperchen von verkümmerter Gestalt, bei anderen Arten aber treten hier genuine, weithin verästelte, mit einem Kern versehene Knochenkörperchen auf (*Cyprinus carpio, Tinca chrysitis, Barbus fluviatilis*), die Ausläufer verbinden sich deutlich mit einander zu einem Netz. Schöne Knochenkörperchen kennt man ferner schon länger aus den dicken Schuppen des *Polypterus*, *Lepidosteus*, *Sudis, Thynnus vulgaris* u. a.; ebenso besitzen die Hautschilder der Störe ausgebildete, mit ästigen Strahlen versehene Knochenkörperchen. Die Schuppen des *Polypterus* sind ausser den Knochenkörperchen noch von einem System Havers'scher Kanäle durchzogen, welche Fettzellen, Pigment und Blutgefässe enthalten können. Die Stacheln und Schuppen

der Selachier sind gleich den Zähnen ossificirte Hautpapillen und die Knochensubstanz zeigt diesem Verhalten entsprechend die Modifikation des Zahngewebes: sie besitzen eine Centralhöhle (gewissermaassen einen vergrösserten Havers'schen Kanal), und von diesen weg strahlen feine Kanäle aus (die Analoga der Knochenkörperchen) und verästeln sich unter Abnahme ihres Lumens aufs feinste. Die Pulpe, welche sich aus den grösseren Stacheln herausheben lässt, besteht aus Bindegewebe und Gallerte; in ihr verzweigt sich ein dichtes Capillarnetz, aber unmöglich war es mir, selbst mit Hülfe von Natronlösung, eine Nervenfibrille zu erblicken. — Jene die Säge des *Pristis antiquorum* täfelnden Hautkörner haben eine sternförmige Centralhöhle, aus der die Zahnröhrchen ausstrahlen. Die freie Fläche der Schuppen des *Polypterus*, die Schilder von *Ostracion* u. a., die Schuppen und Stacheln der Selachier haben eine glatte, härtere, schmelzähnliche Beschaffenheit, aber die Aehnlichkeit mit dem Zahnschmelz der Säugethiere ist nur eine äussere; mikroskopisch nämlich besteht die Lage keineswegs aus, den Schmelzprismen vergleichbaren, Elementen, son-

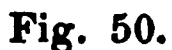


Fig. 50.



Kleiner Hautstachel eines Rochen.
a Höhle mit den davon ausstrahlenden Kanälchen.

dern sie ist nichts anderes, als die nur von äusserst feinen Hohlräumen durchbrochene und desshalb mehr homogene, oberste Lage der Schuppen und Stacheln. — Die Aussenseite der Hautossifikationen der Fische bietet auch häufig mancherlei Skulpturen dar: Längsfurchen bei vielen Teleostiern, feine, sich durchkreuzende Furchen, so dass die schmelzartige Schicht in tafelförmige Platten sich absetzt, bei *Polypterus*; die Tafeln zeigen sich auch wieder durch kleine Tuberkeln höckerig. Die Schuppen der Haie erheben sich bei einzelnen Arten (*Zygaena* z. B.) in Längsleisten, und die freie Fläche hat noch eine zellige Zeichnung, über welche die Frage erlaubt ist, ob sie nicht den Oberhautzellen ihren Ursprung (durch Abdruck) verdankt.

§. 94.

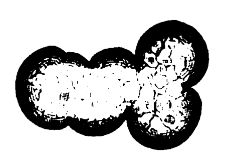
Für unsre Vorstellung über die Weise der Entstehung der Schuppen thut sich ein Licht auf, wenn wir wissen, dass an der unteren Seite der Schuppen vieler Teleostier (ich kenne dies z. B. von *Solea*,

Acerina, *Perca*, *Esox*), eigenthümliche geschichtete Kalkkugeln, Concretionen oder Schuppenkörperchen der Autoren, liegen. Ihr Umfang ist äusserst wechselnd, von Moleculargrösse bis zu stattlichen, rhom-

Fig. 51.



Untere Fläche der Schuppe eines Teleostiers: a die Schuppenkörperchen. (Starke Vergr.)



Verschmolzene Kalkkugeln aus dem Hautstachel einer Raja.

bischen Gebilden. Man sieht sie entweder von distinkter Form neben und unter einander liegen, oder durch unmittelbares Sichvergrössern die Rauhigkeiten und Zähne am hintern Rand der Schuppe (von *Perca fluviatilis* und *Acerina cernua* z. B.) bilden; oder endlich sie sind mit ihren Rändern zu einer gemeinsamen Masse — zu einer Schuppenlage — verschmolzen. Dergleichen Kalkkugeln schliessen sich durchaus jenen Concretionen an, wie sie bei der Ossifikation des Hyalinknorpels, sowie an der *Chorda dorsalis* des *Polypterus* vorhanden sind oder wie sie als Zahnbeinkugeln das Bildungsmaterial für die Zahnsubstanz liefern. Analoge Gebilde beobachtet man auch in den Hautstacheln der Rochen: kuglige Kalkkörper insolirt oder zu grösseren Klumpen verwachsen, welche, indem sie sich an die Innenseite der Pulpahöhle anlegen, mit einander verschmelzen, und so die Dicke der Stachelsubstanz vermehren.

§. 95.

Die Maschenräume der Bindesubstanz, durch welche sich die Lederhaut an die darunter gelegenen Theile anheftet, haben ein verschiedenes Contentum: 1) Fett bei Säugern, vielen Vögeln und Fischen; es kann sich lokal auch anhäufen, wovon ein sehr bemerkenswerthes Beispiel der Fetthöcker der Kameele ist; in ihm bildet das Fett liniendicke Blätter, durch zarte Scheidewände getrennt und insgesammt von einer fibrösen Kapsel umhüllt (*Wedl*). Bei Fröschen und Kröten sind dergleichen Fettablagerungen, wie man sie in grösseren Klumpen in der Weichen- und Achselgegend findet, irrthümlich (z. B. von Rösel an *Bufo calamita*) für Drüsen genommen worden. 2) Gallerte bei manchen Fischen (Hecht, Flussbarsch, Karpfen, Schleie, Weissfische, Aalruppe); 3) eine helle Flüssigkeit (Lymphe) bei Fröschen, Kröten, vielleicht auch bei *Torpedo*, wo die Haut, durch laxes Bindegewebe angeheftet, sehr verschiebbar ist; endlich 4) in einigen Fällen

selbst Luft. Es wird angegeben von der Fledermausgattung *Nycteris*, wo von den Backentaschen aus die Luft zwischen Haut und Körper tritt; bei einigen Vögeln, *Chauna*, *Calao*, und (von Bergmann näher untersucht) bei *Sula*, durchdringt Luft an einem grossen Theil des Körpers das Unterhautbindegewebe. Die Haut des Hirtenvogels soll auch bei der Berührung überall knistern; die Luft gelangt aus den Lungen durch die Luftlöcher hieher.

§. 96.

Epidermis.

An der Epidermis aller Wirbelthiere, selbst an der weichen und schleimartig anzufühlenden der Fische, macht sich, wenn auch unvollkommener eine Scheidung in eine untere Schicht, *Stratum mucosum*, und eine obere, *Stratum corneum*, bemerkbar; auch ist es wohl ziemlich durchgreifend, dass die untersten Zellen der Schleimschicht cylindrisch sind und senkrecht auf der Lederhaut stehen, ich sehe wenigstens bei Molchen und Fischen noch eine derartige Anordnung.

Bei Säugethieren und Vögeln ist die Oberhaut an allen behaarten und befiederten Stellen dünn, erlangt aher oft eine beträchtliche Dicke an den haarlosen Gegenden, so an den Sohlenballen der Nager, Fleischfresser, Kameele, Gesäss mancher Affen; sie bildet auch hornige Platten und Schuppen, *Manis*, Schwanz von Biber, Ratte, *Gymnura*, *Didelphys*, *Myrmecophaga*, *Mygale* u. a.; wahrscheinlich ist auch der Hornstachel in der Schwanzquaste des Löwen hieher zu zählen. Sehr verdickt sehen wir die Oberhaut auch bei den kahlen Cetaceen und haarlosen Pachidermen, (beim Rhinoceros nach Daubenton sechsseitige, obwohl ziemlich unregelmässige Hornplatten bildend); verdickte Partien der Oberhaut sind ferner die Hörnerscheiden, das Horn des Rhinoceros, die Hufe, Klauen und Krallen, die sog. Castanien des Pferdes, bei Vögeln die Zehen und Schnabelscheiden, die Scheiden der Fusssporen bei den Hähnen, der Flügelsporn von *Palamedea* und *Parra*, der Helm des *Casuar*, ferner die Schwielen und Tafeln an den Beinen und den federlosen Gegenden am Hals und Kopf; ganz aus Epidermiszellen besteht wohl auch das lange biegsame Horn auf dem Scheitel von *Palamedea cornuta*, das Horn hinter dem Auge von *Tragopan satyrus*. Bei Ophidiern, Sauriern und Cheloniern trifft man ebenfalls verdickte Epidermislagen an, von den Schildkröten sind sie unter dem Namen Schildpatt bekannt; von der Haut der Schlangen gehört z. B. die tutenförmige Schwanzkappe bei *Acanthophis*, sowie die Klapper der Klapperschlange hieher. (G. Carus in d. Erläuterungst. spricht von der Anhäufung einer wallrathähnlichen, weisslichen Masse um den letzten Schwanzwirbel, unterhalb des Anfangs der Klapper, was ich an einem trocknen Objekt nicht wieder finden kann; hier folgt unmittelbar unter der ersten Tute der Klapper die Knochensubstanz des Schwanzwirbels.) Eine stärkere Verhornung zeigt auch die Epidermis unsrer schwanzlosen Batrachier (*Rana*, *Bombinator* z. B.) über den Papillen der Daumendrüse des Männchens.

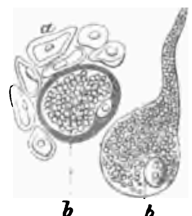
Die Zellen sind da auch stark dunkel gefärbt. Die Nägel der Saurier, der Schildkröten, des *Xenopus*, die Hervorragung am Kopf der Hornviper *(Cerastes)*, die Hornplatte an der Fusswurzel von *Cultripes* etc., könnten ebenfalls noch angereiht werden. Alle aufgeführten Epidermis- (oder Horn-) Gebilde bestehen aus selbständig gebliebenen Zellen, zu deren Darstellung Kalilauge ein vortreffliches Mittel ist; der Kern der Zellen scheint öfters geschwunden zu sein, im Schildpatt z. B., wie *Donders* mittheilt. Man hat dergleichen Hornmassen früher neben dem lamellösen auch einen fasrigen Bau, „eine haarartige Struktur" zugemessen, wobei zu erinnern ist, dass solche „Hornfäden", z. B. der Hufe, bei genauerer Ermittelung als Aggregate von Hornzellen sich ausweisen. Die Hufe enthalten ein System von Hohlgängen, welche am oberen Ende die bindegewebigen Zotten der sog. Fleischkrone (oder Papillen der Lederhaut) aufnehmen, weiter nach unten aber hohl sind.

§. 97.

Schleimzellen.

Ein mehrfaches Interesse dürften die von mir Schleimzellen genannten Gebilde beanspruchen, die bei gewissen constant im Wasser lebenden Wirbelthieren zwischen den gewöhnlichen rundlichen oder abgeplatteten Oberhautzellen gefunden werden. Ich kenne sie von vielen Teleostiern, Ganoiden, vermisse sie in der Epidermis der Plagiostomen und Chimären, unter den Batrachiern wurden sie beobachtet beim Proteus und den Larven des Landsalamanders. Die kleinsten übertreffen (bei Knochenfischen) die ordinären Oberhautzellen nur um weniges, die grössten aber, wie sie an ungewöhnlich schlüpfrigen Fischen (Aal, Schleie, Aalruppe) auffallen, sind bedeutende mit einem zähen, körnigen oder auch ganz hellen Fluidum gefüllte Blasen. Das Sekret scheint sich durch ein allmähliges Platzen der Zelle zu entleeren, wenigstens glaube ich (bei *Leuciscus Dobula*) gesehen zu haben, dass die oberflächlichst gelegenen Zellen ein oder mehre Löcher bekommen, die durch Vergrösserung oder Zusammenfliessen die Zelle in ein schüsselförmiges Körperchen verwandeln. Einen weiteren Aufschluss über die Natur dieser Gebilde giebt die Beobachtung, dass bei *Polypterus* die Schleimzellen aus der rundlichen in die birnförmige Gestalt übergehen, das zugespitzte Ende nach der freien Seite der Epidermis gerichtet, und da es auch hier mitunter den An-

Fig. 52.



a Epidermiszellen, b Schleimzellen. (Starke Vergr.)

schein hat, als ob die Zellen an dieser Spitze geplatzt wären und sich dadurch in einen flaschenförmigen Körper verwandelt hätten, so werden sie dadurch gewissen einzelligen Drüsen der Wirbellosen (*Piscicola, Clepsine* u. a.) sehr ähnlich. — Beim Proteus sah ich, dass das körnig-grümliche Sekret der Schleimzelle in einem besonderen Sekretbläschen bereitet wurde. *)

§. 99.

Pigmentzellen.

Die gewöhnlichen Epidermiszellen zeigen sich ziemlich allgemein farblos; seltener, wie z. B. an *Cobitis fossilis* erscheinen sie diffus gelblich gefärbt. Sie können aber in verschiedenem Grade mit körnigem Pigmente gefüllt sein; sind es nur die unteren Lagen, die Schleimschicht, so vermag man, vorzüglich gut an gekochter Haut (ich that es z. B. bei *Torpedo*) die Pigmentlage leicht im Zusammenhange von der Lederhaut abzutrennen, was wohl auch Veranlassung war, dass Manche die Pigmentlage als besondere Schicht von der Epidermis unterschieden. Ein andermal sind sämmtliche Zellenstraten der Oberhaut (bei *Balaena* oder bei *Vespertilio pipistrellus*, an der Schnauze, Ohr u. s. w.), pigmenthaltig und man hat dann alle Mittelstufen vom leicht Bräunlichen bis zur tiefsten Schwärze zur Ansicht. Die mannichfachen bunten Färbungen an unbefiederten Stellen bei Vögeln liegen ebenfalls in den Epidermiszellen, wir sehen z. B. dunkelkörniges Pigment in den Zellen des Rabenschnabels, gelbes und rothes, aus Fettmolekülen bestehend, in den Schnäbeln, Füssen oder um die Augen bei Enten, Gänsen, Tauben, Auerhahn. Doch zeigt sich auch hier eine gewisse Neigung des Pigmentes, sich in dem *Stratum mucosum* der Oberhaut abzuscheiden; häufig, wie z. B. an der Wachshaut, an den Lidern des Thurmfalken (*Falco tinnunculus*), Schnabel der Gans, sind die obersten Lagen farblos und nur in den tieferen Schichten ist das gelbkörnige, fettartige Pigment untergebracht. Die hochrothe Färbung des Kammes und der Kehlläppchen des Haushahnes rührt übrigens nicht, wie bereits erwähnt, von einem besonderen Pigmente her, da Epidermis und Corium farblos sind, sondern von dem Blutgehalt der hier ungewöhnlich weiten Capillaren in den Hautpapillen.

Etwas seltsam und unseren herkömmlichen Beschreibungen von der ausschliesslichen Zusammensetzung der Schleimschicht aus länglichen und rundlichen Zellen Schwierigkeiten bereitend, sind die verzweigten Pigmentfiguren, welche im *Stratum mucosum* von Fischen und Reptilien (*Rana, Menopoma, Lacerta agilis* z. B.) zugegen sind. (Aehnlich auch bei Wirbellosen, z. B. in der Oberhaut von *Piscicola.*) Das Eigenthümliche der ästigen Pigmentfiguren verringert sich aber, wenn man weiss, dass in den untersten Lagen der geschichteten

*) Habe jetzt auch beim Proteus zugleich mit den runden die flaschenförmigen Schleimzellen wie bei *Polypterus* wahrgenommen.

epithelialen Bildungen allgemeiner verästelte Zellen (nach Chromsäurebehandlung deutlich) zu beobachten sind. Gesehen habe ich auch, dass bei der Blindschleiche (*Anguis fragilis*) zwischen den kleinen, eng beisammenliegenden Zellen der Schleimschicht und der streifigen Hornschicht noch platte, grosse Zellen, dicht mit Fettkörnchen gefüllt, sich bemerkbar machen.

§. 100.

Haare und Federn.

Besondere epidermatische Entfaltungen sind die Haare und Federn der beiden oberen Wirbelthierklassen. Die Haare der Säuger sind im Wesentlichen wie die des Menschen beschaffen und unterscheiden sich zum Theil nur durch ihre Stärke (Spürhaare, Mähnen etc.) oder durch ihre Form, insofern z. B. die Haare der Mäuse, Fledermäuse, Marder ästig oder knotig, die Spürhaare der Robben, Fledermäuse, Goldmaulwurf nach *Eble* platt und spiralförmig gedreht sind. Eine genaue Grenze zwischen Haaren, Borsten und Stacheln, wie sie der gewöhnliche Sprachgebrauch unterscheidet, ist nicht zu ziehen, indem beim Igel, der *Echidna*, alle drei Formen haarartiger Gebilde anzutreffen sind und man sich sehr leicht vom allmähligen Uebergang dieser Formen überzeugen kann (*Reichert*, *Reissner*).

Das Oberhäutchen zeigt nur Abweichungen bezüglich der grösseren oder geringeren Abstände, in denen die oberen freien Ränder der einzelnen Plättchen aufeinander folgen. Beim Igel bilden die Epidermisplättchen in der mittleren Gegend des Schaftes regelmässig Vertiefungen mit erhabenen Rändern. — Die Rindensubstanz, sehr dünn bei den Nagern, fast nur spurweise am Schaft der weissen Haare vom Hirsch, hat bei den farbigen Haaren Pigmentkörnchen in den Zellen, besitzt mitunter auch ausgezeichnete Lufträume (in den Tasthaaren von *Trichechus Rosmarus*, *Phoca vitulina* etc.). Auch die Zellen der Marksubstanz, welche oft sehr zierliche Figuren bilden, enthalten nicht selten Luft (Hirsch, Igel, Fuchs, Iltis, Hausmaus u. a.), in anderen Fällen, z. B. bei *Mus decumanus*, *Talpa europaea*, sind sie mit körnigem Pigment angefüllt. In den Tasthaaren der Katze sah *Gegenbaur* die Markzellen ganze Strecken weit mit einer rothgefärbten Flüssigkeit erfüllt (vielleicht Folge der verlängerten und noch vegetirenden Haarpulpe?). Den Haaren mancher Thiere, z. B. dem Schwein, mangelt die Marksubstanz, sie bestehen bloss aus Rinde. — Merkwürdig ist das Haar des Goldmaulwurfes (*Chrysochloris*) wegen seines Metallglanzes, da metallische Farben sonst in dieser Thierklasse nicht vorkommen.

Haarbalg und Wurzelscheiden zeigen grosse Uebereinstimmung mit denen des Menschen, nur erblickt man leichter in den Haarpapillen der Säuger ein Gefässnetz und die Papille verlängert sich oft weit fast bis zur Spitze der Haare, Borsten und Stacheln, verkümmert später und bleibt als „Seele“ zurück, z. B. *Hystrix cristata*, *Erinaceus europaeus*, *Echidna*, Pferd u. a. Das innere Bindegewebsstratum des Haar-

balges ist (bei Tasthaaren) bis zur homogenen Grenzmembran mit einem ausgezeichneten Gefäss- und Nervennetz ausgestattet (*Gegenbaur*). — An der gekochten Haut des Maulwurfes sah ich das untere helle beutelförmige Ende des Haarbalges vom oberen Theil ziemlich stark abgeschnürt.

Die Federn der Vögel kommen im Wesentlichen des Baues mit den Haaren überein. Man unterscheidet eine Rindensubstanz, aus dicken, platten Hornzellen zusammengesetzt, und eine Marksubstanz, die polyedrische Zellen hat. Der Kiel besteht nur aus Rindensubstanz. An der Fahne gehören die Nebenstrahlen zur Rindensubstanz, die primären Strahlen bestehen an ihrem verdickten äusseren Rande, wo die Nebenstrahlen abgehen, aus Rindensubstanz, der übrige Theil ist Marksubstanz. Der Schaft enthält an der Spitze nur Rinde, im übrigen Theil liegt zunächst seiner Höhle Marksubstanz, die noch von Rindensubstanz umgeben ist. Die Höhle der Spule enthält die vertrocknete Papille, die „Federseele.“ (*Reichert, Schrenk*). — Die Federn zeichnen sich, was hier eingeflochten sein mag, vor andern horngewebigen Bildungen durch Reichthum an Kieselsäure aus.*)

§. 101.

Physiologisches.

Die verschiedenen Verdickungen und Ausbildungen der Epidermisgebilde, sowie die Ossificationen der Lederhaut dienen zu mannichfaltigen speziellen Lebenszwecken, bald als Schutzhüllen, als Waffen, zum Wühlen, Klettern, als Werkzeuge zum Flug etc.; es würde zu weit führen, darauf nur einigermaassen einzugehen, und ich verweise zu diesem Behufe auf *Bergmann* und *Leuckart's* vergleichende Physiologie, wo man sich hierüber weiter aufklären kann.

Die stärkere Entwickelung der Hautmuskeln bei Vögeln und noch mehr das Vorhandensein echt quergestreifter Lagen bei Säugern macht die Haut in hohem Grade contractil; der Hund, die Katze und viele andere sträuben im Affekt die Haare am Rücken, am Schwanz, die Vögel heben und senken ihre Federn nach ihren verschiedenen Gemüthszuständen.

Auch die Erscheinungen des Farbenwechsels bei Reptilien (Chamäleon, Frosch u. a.) beruhen auf Contractionsverhältnissen der Haut, aber nach dem histologischen Befund, bei dem Mangel von muskulösen Elementen, kann man das Phänomen nicht anders erklären, als durch die Annahme, dass die helle Grundsubstanz, in der die Pigmentkügelchen eingebettet liegen, selber contractil ist. (Mehr davon siehe: Haut der Mollusken.)

---

*) Die eigenthümlichen scharlachrothen Blättchen am Ende der 5—9 hinteren Schwungfedern des Seidenschwanzes (*Ampelis garrulus*) dürften auch näher untersucht werden. Nach älteren Mittheilungen wären sie keine Fortsetzungen der Federn, sondern nur „Anhängsel aus einer bröckeligen Materie, wie Lack etc.“

Ueber die Rolle, welche die verschiedenen Hautdrüsen speziell in der Lebensökonomie der Thiere spielen, haben wir meist nur mehr oder weniger begründete Vermuthungen. Die starken Gerüche, welche von den massig gewordenen Schweiss- und Talgdrüsen ausgehen, scheinen zum Theil mit dem geschlechtlichen Leben in Beziehung zu stehen, sie mögen vielleicht das gegenseitige sich Auffinden erleichtern. — Den Mangel der Schweissdrüsen bei Vögeln haben *Bergmann* und *Leuckart* unter Anderem mit dem concentrirten Harn dieser Thiere in Zusammenhang zu bringen gesucht. Uebrigens fehlen, wie oben gemeldet, auch bei gewissen Säugern die Schweissdrüsen grösstentheils oder gänzlich. — Das eigenthümlich, bei *Pelobates* z. B. nach Knoblauch riechende Sekret der Hautdrüsen vieler Batrachier ist ein scharfes Gift, das auf unsere Nasen heftig reizend wirkt, auch manchen Wirbelthieren den Tod bringen kann. (*Gratiolet* und *Cloëz* beobachteten, wie schon früher *Rusconi*, dass der Milchsaft der Salamander kleinere Vögel unter epileptischen Convulsionen tödtet; auch *Gemminger* hat den tödtlichen Vergiftungsfall eines Sperbers durch eine Kröte mitgetheilt. Illustr. med. Ztg. I. 1852.)

Auf die Differenz, welche die Lederhaut der Fische und Amphibien in der Anordnung und Lagerung der Bindegewebsbündel gegenüber dem Corium der Säuger und Vögel darbietet, hat zuerst *Rathke* (Müll. Arch. 1847) die Aufmerksamkeit gelenkt; nähere histologische Angaben über die Fischhaut (Epidermis, Corium, Schuppentaschen, Papillen, Nerven, Schuppen) in m. Aufs. über die Haut einiger Süsswasserfische (Zeitschr. f. w. Zool. 1851), sowie üb. die Haut u. Schuppen des *Polypterus* (Havers'sche Kanäle, Schmelz der Schuppen etc.) in den histologischen Bemerkungen üb. *Polypt. bichir*, ebendaselbst 1854. Hinsichtlich der Haut der Selachier (besonders der „Zahnbeinkugeln in den Hautstacheln") siehe m. Rochen und Haie 1852.

Manche Autoren wollen in der Haut der Batrachier glatte Muskeln wahrgenommen haben. *Harless* z. B. sagt, dass in der Haut des Frosches „höchst regelmässig angeordnete glatte Muskeln unter den Pigmentzellen hinstreichen", ich sehe davon auch gar nichts und vermuthe, dass *Harless* die horizontal geschichteten Bindegewebslagen, die in Distanzen von den senkrecht aufsteigenden durchbrochen werden, irrthümlich für Muskeln genommen hat. Ebenso verhält sich die Lederhaut der *Salamandra maculata*, die ich noch jüngst wiederholt vor Augen gehabt habe; es fehlen auch in ihr die Muskeln ganz bestimmt.

Den histologischen Unterschied der beiderlei Hautdrüsen von *Rana temporaria* hat zuerst *Hensche* (Zeitschr. f. w. Z. 1854) erkannt, er fand die glatten Muskeln an den grossen Drüsen und vermisste sie an den kleinen. Auch die Daumendrüse des Männchens, welche er als eine in der Mitte stehende Form ansieht, beschreibt er genauer. — *Rathke* (Müll. Arch. 1852) schildert in der oberflächlichen Schicht des Coriums von *Coecilia annulata* eine Menge kugelrunder oder biconvexer Körper mit einem dunklen runden Fleck in der Mitte. Es sind das, wie ich aus Autopsie weiss, nichts anders als die kleinen Drüsen. *Coecilia* zeigt eben sehr deutlich auch die zweierlei Drüsen der Haut.

Ich habe nach früheren Untersuchungen bei Vögeln (Hühnern, Tauben, Eulen) nichts von Schweissdrüsen beobachtet, hingegen erklärt *Meissner*, dass sich an den Sohlenflächen der Klauen des Haushuhns und des Puters solche Drüsen finden; doch bin ich selbst nach neueren Präparationen nicht so glücklich, dieser Drüsen

beim Puter ansichtig zu werden. — Um die Schweissdrüsen bei Säugern leichter kennen zu lernen, ist es sehr fördernd, an gekochten Hautstückchen Schnitte zu machen. Darnach muss ich die von *Gurtl* in seiner bekannten, sehr schätzbaren Abhandlung (Müll. Archiv 1835) mitgetheilten Angaben über Ausmündung der Schweissdrüsen des Rindes, sowie über Ausmündung und Form der Schweissdrüsen des Hundes an der behaarten Haut für unrichtig erklären.

Ausführliche histologische Angaben über die Analdrüsen der Säuger in m. Aufs., Zeitschr. f. wiss. Zool. 1850 S. 109. — Ueber die Hautknochen der Batrachier siehe m. Unters. über Fische und Rept. 1853.

Die Schuppen der Fische wurden früher als Epidermisbildungen angesehen (*Heusinger*, *Agassiz*), bis man sich überzeugte, dass es Hautknochen seien, vergl. besonders *Peters* in Müll. Arch. 1841, *Wöhler* (Grundriss der organischen Chemie 1844) zeigte, dass die Substanz der Fischschuppen sich ähnlich wie Chondrin verhalte und zugleich 50 % Knochenerde besitze. — Auf die Aehnlichkeit, welche die Schuppen der Haie und die Hautstacheln der Rochen mit den Zähnen an den Tag legen, ist von verschiedenen Seiten (durch *H. Meyer*, *Leydig* u. a.) aufmerksam gemacht worden.

Bezüglich der noch obschwebenden Frage, in wie weit sich die Haarpapillen in die Haare hinein erstrecken, soll erwähnt sein, dass selbst für die Stachelgebilde *Joh. Müller* längere Zeit der Einzige war, der aus seinen Untersuchungen der Stacheln von *Hystrix cristata* es für wahrscheinlich hielt, dass die Matrix des Stachels in denselben sich verlängere, bis *Reichert*, *Bröcker* und *Reissner* die Richtigkeit dieser Anschauung bekräftigten.

Dritter Abschnitt.

Von der äusseren Haut der Wirbellosen.

§. 102.

Die Hautbedeckung der zahlreichen und mannichfaltig gestalteten Wirbellosen variirt in ihrem Bau dergestalt, dass es unmöglich ist, von ihr nach dem Schema, wie es eben bezüglich der Wirbelthiere befolgt wurde, zu handeln; ich vermag nicht über die Ungleichheiten so Herr zu werden, dass alle Thiergruppen sofort unter einen Gesichtspunkt zu stellen wären, wesshalb, entgegen der vorausgegangenen Methode, von den einzelnen Klassen gesondert die Rede sein soll.

§. 103.

Mollusken.

Lederhaut.

Unter allen Wirbellosen hält noch die Haut vieler Weichthiere am ehesten nähere Vergleiche mit jener der Wirbelthiere aus, vorzüglich desshalb, weil die Scheidung in eine bindegewebige Lederhaut und eine zellige Epidermis ziemlich durchgreift. Die Bindesubstanz des Coriums zeigt, näher beleuchtet, jene verschiedenen Abänderungen, deren wir sie fähig kennen. Bei Gasteropoden, Pteropoden, mehr aus rundlichen Zellen mit wenig Intercellularsubstanz gebildet, erscheint

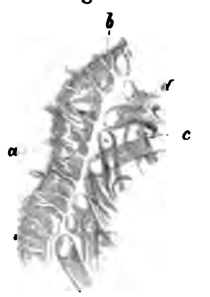
sie bei Heteropoden (*Carinaria*, *Pterotrachea*) unter der Form des gallertigen Bindegewebes, indem verästelte Zellen ein Netzwerk erzeugen, dessen Maschenräume eine glashelle Gallerte füllt. Die zelligen Elemente können bei dieser Art des Bindegewebes auch fast ganz schwinden, wie bei manchen Tunikaten, deren Lederhaut sich zwar morphologisch an das gallertige Bindegewebe anschliesst, aber insofern die Intercellularsubstanz cellulosehaltig ist (*Schacht*), bis jetzt eine merkwürdig isolirte Stellung im histologischen Systeme einnimmt. Endlich in der Haut der Cephalopoden hat das Bindegewebe nahezu den Charakter wie das der Wirbelthiere, doch erscheint die gelockte Zeichnung etwas steifer gehalten. Nach Einwirkung von Reagentien treten spindelförmige und verästelte Streifen auf, die an Bindegewebskörperchen und feine elastische Fasern erinnern, jedoch blässer sind, als die entsprechenden Gebilde im Bindegewebe der Säuger. Daneben zeigt sich auch gallertige Bindesubstanz, ja wird bei manchen Arten fast überwiegend. Im Mantel der Najaden (*Anodonta cygnea* z. B.) ist an den von Muskeln freien Gegenden ein grossmaschiges Gallertgewebe vorherrschend; nach dem stark muskulösen Rande zu verkleinern sich die Maschen.

§. 104.

Muskeln. In die Lederhaut können sich Muskeln innig verflechten (Bivalven, Gasteropoden, Cephalopoden), ja können fast den überwiegenden Bestandtheil der Lederhaut abgeben, und es erklärt sich daraus, warum z. B. Schnecken und Muscheln sich so stark contrahiren und ihre Leibesform so mannichfaltig verändern können. Hingegen bei Heteropoden und Tunikaten ist die Muskulatur nicht in die dicke Lederhaut eingewebt, sondern bildet unter ihr ein besonderes Stratum und damit erscheint auch die Beweglichkeit der Haut und die Veränderung der Körperform eingeschränkt. Mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Muskeln sei angeführt, dass die



Fig. 53.



Haut von Cyclas cornea: auf dem senkrechten Schnitt das Epithel mit kürzeren und längeren a Cilien, b die Wasserkanäle, welche das Epithel durchsetzen, c Muskeln, d Bluträume zwischen ihnen. (Starke Vergr.)

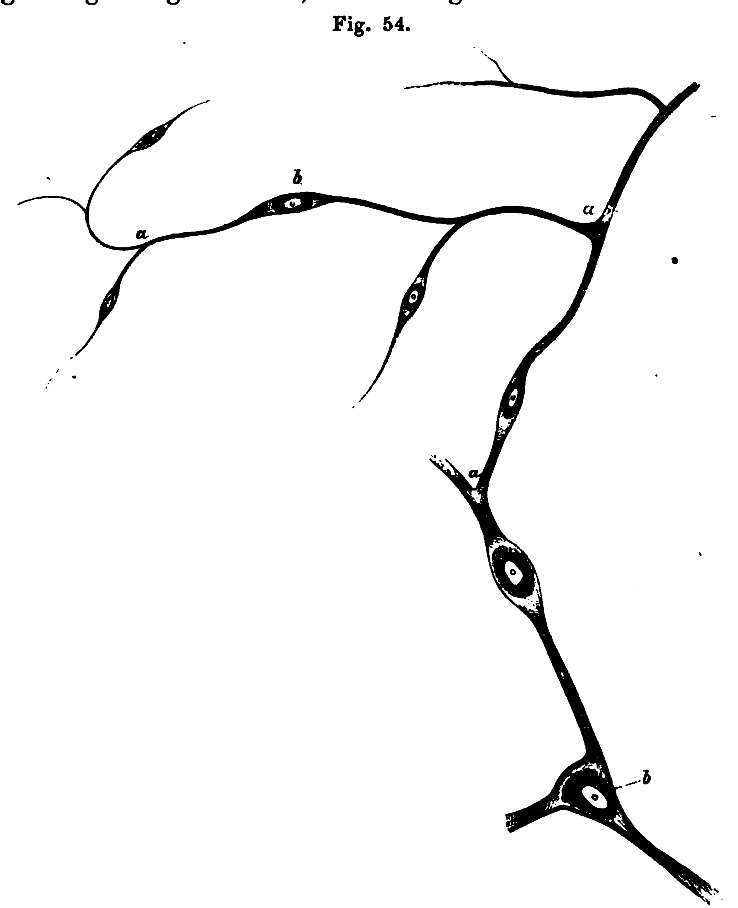
Elemente plattgedrückte Cylinder sind und oft eine ungemeine Länge erreichen. (Ich konnte an todten Individuen von *Paludina vivipara*

aus der Sohle sie in solcher Länge isoliren, dass es mir wahrscheinlich wurde, die einzelnen Cylinder seien so lang, als die Sohle selber.) Sie entsprechen einer einzigen ausgewachsenen Zelle, sind entweder rein homogen, oder ihre Mitte ist dunkler, die Ränder lichter, indem sie in körnige Achse und helle Rinde sich geschieden haben. Auch begegnet man zahlreichen verästelten Cylindern. Bei den Salpen, wo sie eine reifartige Anordnung haben, sind sie von quergestreifter Natur und ihr Ende ist zugespitzt.

Nerven.

Die **Hautnerven** der Weichthiere können nur bei pigmentlosen, durchsichtigen Thieren, z. B. bei den Heteropoden, verfolgt werden, wo sich gezeigt hat, dass sie den allgemeinen Charakter der Nerven wirbelloser Thiere haben, sie sind hell und blass, theilen sich gleich nach ihrem Eintritte in die glasartig durchsichtige Gallertmasse der Haut, schwellen dann stellenweise spindelförmig an und haben hier eine Ganglienkugel eingeschlossen, oder es liegt letztere auch in dem ver-

Fig. 54.



Endstück eines Hautnerven von Carinaria. (Starke Vergr.)
a Verästelung des Nerven, b die eingelagerten Ganglienkugeln.

dickten Theilungswinkel des Nerven. Die Ganglienkugel erscheint im natürlichen Zustande wie ein helles, in die feinkörnige Masse der angeschwollenen Nervenpartie eingebettetes Bläschen, kaum dass in manchen ein Kernkörperchen sich bemerklich macht. Viel deutlicher zeigt sich die Zusammensetzung der Ganglienkugel nach etwas Essigsäurezusatz, indem die Conturen markirter werden, auch ein Nucleolus jetzt nirgends mehr vermisst wird.

Blutgefässe.

Blutgefässe vom Bau der Capillaren der Wirbelthiere hat man bisher bloss in der Haut der Cephalopoden wahrgenommen.

§. 105.

Kalkablagerungen.

Gar manche Mollusken haben Kalkablagerungen in ihrer Lederhaut, so z. B. *Paludina* in der Form kugeliger, *Helix*, *Limax* in der Gestalt körniger Concretionen, *Polycera*, *Doris* weisen ästige, *Clio* ovale oder lineare Kalkgebilde auf. Im Mantel von *Salpa maxima* sollen nach einigen Autoren sich krystallinische Kalkablagerungen finden, da indessen nur Weingeistexemplare untersucht wurden und an frischen Salpen Andere dergleichen vermissten, so mochten sich diese Krystalle wohl erst hintendrein abgesetzt haben.

Der Kalk ist bei *Paludina* in den Bindesubstanzzellen enthalten und scheint wohl noch öfters als Zelleninhalt aufzutreten, wie auch aus den Wahrnehmungen *Gegenbaur's* über die Entwickelung von *Limax agrestis* hervorgeht. Hier lagern sich im Embryo die Kalkkörnchen in Zellen ab, welche durch die ganze Haut verbreitet sind und das Aussehen der „Bindezellen" haben. Später „kommen sie frei in die Cutis zu liegen", wahrscheinlich desshalb, weil die Zellen jetzt ihre Selbständigkeit verloren haben.

Pigmente.

Es können ferner mancherlei Pigmente zugegen sein, und auch sie präsentiren sich meist als Zelleninhalt. Die Pigmente selber sind wieder verschiedener Natur; der verbreitetste Farbstoff ist jener körnige, welcher die verschiedenen Abstufungen zwischen bräunlicher und tiefschwarzer Färbung verursacht; von ihm verschieden ist ein anderes körniges Pigment, dessen scharf conturirte Kügelchen bei auffallendem Licht gelb oder weiss erscheinen, bei durchfallendem dunkel. (Die Körnchen dieses Pigmentes wurden weder von Essigsäure, noch von Salz- und Schwefelsäure bei *Paludina vivipara* angegriffen.) Wieder von anderer Art sind die Elemente der gefärbten Hautstellen mit metallischem Schimmer; es sind meist plattenförmige Körperchen verschiedener Grösse, die an die Pigmentflittern des Metallglanzes der Fische und Reptilien erinnern. Ausserdem giebt es noch Pigmente, welche wie gefärbte und starr gewordene homogene Massen sich ausnehmen und den Uebergang zu den diffusen Pigmenten vermitteln.

§. 106.

Chromatophoren.

Ein besonderes Interesse knüpft sich an jene mit Pigment erfüllten Zellen der Lederhaut, welche während des Lebens abwech-

selnde Contraktionen zeigen, die sog. Chromatophoren; sie haben seit Langem die Haut der Cephalopoden berühmt gemacht, denn von ihnen rührt das bekannte wechselvolle Farbenspiel dieser Thiere her. Durch *Gegenbaur* wissen wir, dass auch einige Pteropoden mit Chromatophoren ausgestattet sind*) und was jetzt einschaltungsweise mit erörtert werden soll, man hat auch schon öfter, um den sprüchwörtlich gewordenen Farbenwechsel des Chamäleon zu erklären, contraktile Farbenzellen als die Ursache der Erscheinung vermuthet. In neuester Zeit ist man auch auf einen ähnlichen, wenn gleich minder lebhaften Farbenwechsel der Frösche (*Hyla*, *Rana*) zuerst durch *Axmann* aufmerksam geworden und man behilft sich mit derselben Erklärung. Dieser Anschauung kann ich mich jedoch nicht fügen, da die histologischen Verhältnisse bei den Weichthieren und den Reptilien nicht die gleichen sind. Die Chromatophoren der Mollusken stellen Blasen dar, in deren hyalinem Inhalt Pigmentkörner aufgehäuft sind. Ringsum die Pigmentblasen befestigt sich ein Kranz von Muskelstreifen. Die Bewegungen der Chromatophoren hat man bis jetzt so ausgelegt, dass das Uebergehen aus der rundlichen Gestalt in die gezackte, strahlige Form von den um die Farbenzellen radiär angeordneten Muskeln bewirkt wird, während durch die Elastizität der Zellenmembran bei erfolgtem Nachlass der Contraktion die ursprüngliche runde Gestalt zurückkehrt. Sonach stünden sich kontraktile Fasern (der Muskelkranz) und elastische Membran antagonistisch gegenüber. Für die Chromatophoren der Reptilien lässt uns eine solche Erklärung im Stich, denn es mangeln in der Haut des Frosches, wie bereits früher erwähnt, die Muskeln, durch welche bei Cephalopoden und Pteropoden die Farbenzellen ausgezogen werden. Die in Betracht kommenden dunkelen Pigmentfiguren des Frosches haben, morphologisch aufgefasst, die Bedeutung von pigmenterfüllten Bindegewebskörperchen. Da nun keine Muskeln nachzuweisen sind, welche auf die Veränderung der Gestalt der Pigmentkörper einwirken können, so fragt sich, welchem Theil der Bindegewebskörperchen wir die Bewegungsfähigkeit werden zuschreiben müssen? Schwerlich der Membran derselben, denn abgesehen davon, dass an kontraktilen Zellen nicht die Membran, sondern der Inhalt die aktiv contraktile Substanz ist, können wir der Membran der Bindegewebskörper nur bedingungsweise eine Selbständigkeit zuerkennen, denn sie ist eben bloss die festere Grenzschicht des die Bindesubstanz durchziehenden (und in der Histologie mit dem Namen Bindegewebskörperchen belegten) Lückensystemes. Wir werden daher im Hinblick auf die feineren histologischen Verhältnisse der Chromatophoren der Amphibien zu der Annahme genöthigt, dass die Formveränderung derselben, das Verschwinden

*) Vielleicht auch manche Schnecken, *Cypraea tigris* wenigstens ist nach *Broderip* im Stande, die Farbe zu wechseln.

der Ausläufer an den verzweigten „Pigmentzellen“ und ihr Kuglig werden das Resultat einer Contraktion des hyalinen Inhaltes der Bindegewebskörperchen ist. Man kann sich vorstellen, dass er gleich der Substanz, welche am Körper der Amöben und Rhizopoden jenes wunderbare und wechselvolle Spiel von Bewegungserscheinungen bildet, in Fäden ausfliessen und wieder zu einem Klümpchen zusammenfliessen kann. Die Pigmentkörner, in diese contraktile Substanz eingebettet, folgen natürlich den Bewegungen, ja machen das ganze Phänomen überhaupt erst sinnenfällig. Es scheint selbst, als ob auch bei den Chromatophoren der Mollusken der Zelleninhalt contraktile Substanz sei, wenigstens wird ausdrücklich mitgetheilt, dass das Zurückgehen zur kugeligen oder eiförmigen Gestalt in der hyalinen Inhaltsmasse begründet sei, wobei allerdings die Elastizität der Zellenmembran mitwirken möge.

§. 107.

Oberhaut. Eine aus isolirbaren Zellen bestehende Epidermis darf für alle Weichthiere angenommen werden. Nur über die Tunikaten lauten die Angaben verschieden, die Innenseite des Mantels soll bei Ascidien ein Plattenepithel haben, *Phallusia* scheint ein ähnliches auch auf der äusseren Fläche zu besitzen (*Schacht*), während an den Appendicularien niemals ein Epithel weder an der äusseren, noch inneren Fläche gesehen wurde (*Gegenbaur*). (Wäre es wohl nicht besser, den Mantel der Tunicaten den schaligen Umhüllungen zu parallelisiren?) — Die Zellen der Epidermis sind platt, cylindrisch oder Mittelformen zwischen beiden, haben nicht selten pigmentirten körnigen Inhalt, sind auch mittels diffusem Pigment gefärbt (Zellen des Sipho von *Cyclas cornea*), sie können ferner wimpern, und zwar tragen Flimmerhaare die Epidermiszellen der ganzen äusseren Hautfläche bei Bivalven und Wassergasteropoden, doch scheinen schon hier einzelne Stellen eine Ausnahme davon zu machen, ich glaube wenigstens die augentragenden Fortsätze an der Basis der Fühler an der sonst vollständig bewimperten *Paludina vivip.* cilienlos gesehen zu haben. Die Landgasteropoden (*Helix*, *Limax*, *Bulimus*, *Carocolla*) zeigen die Hautflimmerung auf die Sohlenfläche beschränkt, bei *Limax* dehnt sie sich noch auf die Seitenwände derselben aus (*v. Siebold*), Auch die Pteropoden und Heteropoden besitzen nur eine theilweise Hautflimmerung: *Hyalea* auf den flottirenden Anhängen, *Cymbulia* am Flossenrand, *Firola* auf der hinteren Fläche des Nucleus, (*Gegenbaur*, *Leuckart*), *Atlanta Lesseurii* am Saugnapf (*Huxley*), während hier *Atlanta Peronii* und *Keraudrenii* nicht flimmern, wohl aber die Haut der äusseren Genitalien dieser Thiere, noch fand einer der letztgenannten Forscher eigenthümliche Wimperorgane an der Bauchfläche von *Pterotrachea.* Die Haut der Cephalopoden ist am ausgebildeten Thier wimperlos. — An der Epidermis (Tentakeln, Rand des Fusses) von *Lymnaeus stagnalis* fällt mir auf, dass zwischen den sich bewegenden Flimmer-

härchen in Abständen unbewegliche Borsten stehen, sie sind hell, dicker als die Cilien und ungefähr eben so lang wie letztere! Wenn die einzelnen längeren Haare, welche nach *Lachmann* zwischen den Cilien bei *Stentor polymorphus* und mehren Turbellarien stehen, ebenfalls starr sind, so möchten sie in dieselbe Kategorie gehören.

§. 108.

Feine Hautkanäle.

Die von mir gemachte Wahrnehmung, dass bei *Cyclas cornea* die Epithellage des Fusses von feinen Kanälen durchsetzt ist, durch welche die Bluträume zwischen der Fussmuskulatur mit der Aussenwelt in Verbindung stehen, dürfte wahrscheinlich mit der Zeit als ein allgemeines Phänomen sich herausstellen.

§. 109.

Hautdrüsen.

Hautdrüsen in Form einfacher, rundlich-birnförmiger oder länglicher Säckchen, aus bindegewebiger *Membrana propria* und Sekretionszellen bestehend, scheinen ziemlich verbreitet zu sein. Bei *Helix* (*pomatia*) erstrecken sie sich über die ganze Haut und markiren sich dem freien Auge als gelbweisse Punkte, da ihre Zellen Kalkkörnchen enthalten. Am Mantelsaume stehen solche Drüsen in gehäufter Menge, sind auch hier umfänglicher und mit sackigen Erweiterungen versehen. *Limax* (*rufus*) hat gleichfalls überall Drüsen in der Haut; ebenso sind sie am Mantelsaume grösser und zahlreicher; *Paludina vivipara* lässt nur an der Unterseite des Fusses Drüsen erkennen. Neben den grösseren bezeichneten Hautdrüsen scheint (bei *Limax* z. B.) noch eine zweite Art mit kleineren schmalen Drüsensäckchen vorhanden zu sein, die ein farbiges Sekret liefern. Ganz kleine Individuen von *Ancylus lacustris*, welehe man unverletzt auf den Rücken gelegt hat, lassen ringsum am Mantelsaume sehr deutliche retortenförmige Drüsen erkennen. Zu den Hautdrüsen kann auch gezählt werden eine in der Mittellinie des Fusses verschiedener Landgasteropoden liegende, anscheinend traubige Drüsenmasse, deren Ausführungsgang ein gerader unter der Mundöffnung ausmündender Kanal ist. Er wimpert nach *v. Siebold*. Unter den Cephalopoden kennt man seit längerer Zeit Hautdrüsen an den Segelarmen der *Argonauta* (zur Bildung der Schale), unter den Pteropoden und Heteropoden bei *Clio*, *Pneumodermon*, *Carinaria* (am Saugnapf). Zuletzt müssen noch zu den Hautdrüsen gerechnet werden die Byssusdrüsen von *Lithodomus* und der Embryonen von *Cyclas*. Die flaschenförmigen Taschen an der Spitze der blattartigen Rückenanhänge von *Eolidia* und *Tergipes* scheinen ebenfalls Hautdrüsen zu sein, deren Sekretionszellen Nesselorgane produciren. Auch der Tintenbeutel der Cephalopoden, obschon in der Leibeshöhle gelegen und mit einem langen Ausführungsgang neben dem After mündend, kann vielleicht hieher gestellt werden. Die Sekretionszellen seiner cavernösen Wand sind mit demselben Pigment gefüllt, welche als Tinte den Beutel vollmacht.

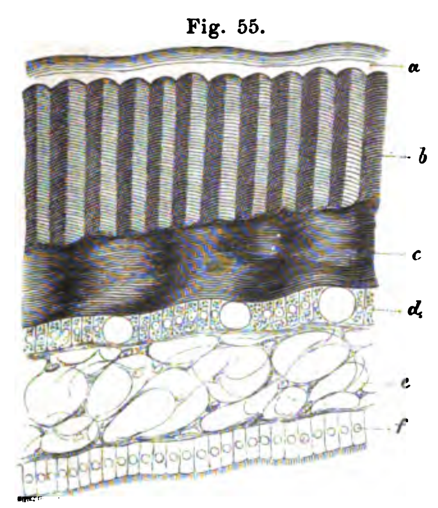
§. 110.

Schalen und Gehäuse.

Die Haut vieler Mollusken scheidet Schalen und Gehäuse ab, welche nach ihren physikalischen Eigenschaften im gewöhnlichen Sprachgebrauch bald als „hornig“ (*Hylea*, *Cleodora*, *Atlanta*, *Orbicula*, Rückenplatte von *Loligo*), bald als „korpelig“ (*Cymbulia*, *Echinospira Krohn*). auch wohl als „gallertig“ (*Tiedemannia*), am häufigsten als „knochenhart“ (Muscheln, Schnecken, *Os sepiae*) bezeichnet werden. Anlangend die Struktur, so haben, abgerechnet von *Arion*, wo die Schale zu einem blossen Haufen anorganischer krystallinischer Massen herabsinkt, die gedachten Gebilde trotz mannichfacher kleiner Unterschiede das Gemeinsame, dass sie aus homogener organischer Grundsubstanz, die schichtenweise abgesetzt ist und chitinisirt erscheint, bestehen, mit ihr können sich Kalksalze in geringerer oder grösserer Menge verbinden. Die Gehäuse der Schnecken (Gasteropoden) bieten eine Zusammensetzung aus lauter blätterig sich deckenden, mit Kalk imprägnirten Lamellen dar, wobei der Kalk gewisse, wenn auch wie verwaschene krystallinische Zeichnungen ausführt (an den durchscheinenden Schalen von *Bullaea*, *Lymnaeus* u. a. leicht zu sehen.) Wahrscheinlich sind von dieser Art auch die Gehäuse von *Argonauta Argo* und den Nautilinen. Ebenso haben die Schalen mancher Muscheln durchweg diese einfach blätterig kalkige Beschaffenheit (*Anomia*, *Pectineen*, *Cardiaceen*), bei vielen andern Muscheln gesellt sich indessen noch eine Kalkschicht hinzu (*Anodonta*, *Unio*, *Pinna*, *Malleus*, *Perna* etc.) oder wechselt auch wohl mit ersterer ab (*Ostrea*, *Chama* u. a.), die etwas complizirter auftritt und lebhaft an den Zahnschmelz der Säugethiere erinnert. Sie setzt sich aus kolossalen „Schmelzprismen“ zusammen, die, pallisadenartig an einander gereiht, bei vollem Kalkgehalt auch noch dieselbe Querstreifung erkennen lassen, wie die Schmelzfasern des Zahnes. Werden die Kalksalze ausgezogen, so hat man ein System von engverbundenen, senkrecht stehenden Säckchen vor sich, deren homogene Wand wieder eine deutliche, auf Schichtung weisende Querstreifung zeigt. Ebenso wechseln im *Os Sepiae* blätterige Schichten mit solchen senkreeht stehenden Kalksäulen ab. — Seltener kommt es vor, dass die Schalen der Mollusken von Kanälen durchzogen werden, so nach *Carpenter* (schöne Abbildungen in d. Cyclop. of anat. and phys. Art. *Shell*) bei *Terebratula* (ob bei allen Arten? an *Terebratula psittacea* scheinen sie mir zu fehlen), *Lingula*, *Cyclas*, wo sie unverästelt, bei *Anomia ephippium* und *Lima rudis*, wo sie netzförmig sind. Auch an den aus den Kiemen genommenen Jungen von *Anodonta cygnea* gewahre ich sehr deutliche Porenkanäle der Schale. Ich habe mich an *Cyclas* und *Anodonta* vergewissert, dass in diesen Schalenkanälen keine Kalkerde enthalten ist, sondern dass sie hohle Räume, wahrscheinlich mit Flüssigkeit gefüllt, vorstellen. — Der „Sepienknochen“ ist porös und soll in seinen Räumen Luft enthalten, was, wie mir scheint, doch erst festzustellen

wäre, denn der von *Swammerdam* angeführte Grund ist kaum stichhaltig. Man meint, weil der eben aus dem Thier herausgenommene „Knochen“ so leicht sei, dass er auf dem Wasser schwimme, müsse er auch schon in dem Thiere lufthaltig gewesen sein. Möglich, aber eben so leicht konnte auch die Luft das *Os Sepiae* anfüllen, sowie es mit atmosphärischer Luft in Berührung kam.

Fig. 55.



Senkrechter Schnitt durch Schale und Mantel von Anodonta. a Cuticula, b Säulenschicht, c Blätterschicht der Schale, d äusseres Epithel des Mantels (zwischen den gewöhnlichen Zellen von Stelle zu Stelle grössere helle Blasen), e Bindesubstanzschicht des Mantels, f inneres Epithel. (Starke Vergr.)

§. 111.

Eine Frage, die histologischerseits besonders betont werden muss, ist die: in welcher Beziehung steht die Schale zur Haut, ist sie ein verkalkter Theil derselben und enthält demnach auch verkalkte zellige Elemente oder muss sie lediglich als ein Absonderungsprodukt derselben aufgefasst werden? — Schon die gewöhnliche Beschreibung macht auf den Gegensatz aufmerksam, der zwischen der Schale eines Arthropoden oder Echinodermen und der eines Mollusken herrscht; man sagt: bei dem Weichthier hängt die Schale mehr nur dem Thiere an, bei den andern hingegen sehen wir die Haut selbst erstarrt. Damit steht sowohl die mikroskopische Untersuchung der fertigen Schale als auch die Art und Weise ihres ersten Erscheinens im Embryo im Einklang. Bei *Paludina*, *Cyclas* zeigte sie sich mir in ihrem beginnenden Sichtbarwerden als homogene kalkhaltige Kapuze des Mantelrückens, im Embryo von *Clausilia* erkennt man die erste Anlage der Schale in Form gruppenweise zerstreuter scharf conturirter kleiner Plättchen kohlensaurer mit organischer Substanz vereinigten Kalkes (*Gegenbaur*). Auch an jüngeren Individuen von *Solen siliqua* sehe ich am noch weichen Schalenrand, dass der Kalk in Kugeln sich absetzt, die sich vergrössern und zusammen-

fliessend an die bereits fertige verkalkte Partie sich anschliessen. Während sich demnach nirgends eine Zusammensetzung oder ein Aufbau aus kalkhaltigen Zellen nachweisen lässt und obschon die Kalksäule bei Muscheln und Cephalopoden so wenig als die Schmelzfasern des Zahns für unmittelbar verkalkte „Epithelzellen“ gelten können, so müssen doch die zunächst an sie grenzenden Zellen der Mantelhaut sowohl im Embryo als in späterer Zeit für die kleinen Apparate gelten, welche die Schale secerniren: es kann die von ihnen gelieferte homogene Schalensubstanz weich bleiben, was seltner geschieht (*Tiedemannia* z. B.), häufiger wird sie härter durch den Chitinisirungsprozess und imprägnirt sich noch, ebenfalls von den Zellen her mit Kalk und Pigment. Dergleichen schalensecernirende Epithelzellen können auch, um an bestimmten Stellen gehäuft zu stehn, die Bildung von Hautdrüsen hervorrufen, wie es z. B. vom Mantelrand vieler Gasteropoden, von den Segelarmen der *Argonauta Argo* bekannt ist.

§. 112.

Homogene Cuticula.

Von Bedeutung däucht mir ferner, dass vielen Muscheln und Schnecken noch eine die Epidermiszellen überdeckende Cuticula zukommt, die wir in verschiedenen Zuständen einer geringeren oder grösseren Selbständigkeit finden können. Häufig weist sie sich, obschon einen hellen dicken Saum am freien Rande der Zellen vorstellend, bei Zusatz von Reagentien nur als das Ensemble der homogenen, verdickten Zellenenden aus, an andern Stellen aber (z. B. am Sipho und Mantelsaum der Muscheln) lässt sie sich als wirkliche, glasshelle Membran, die Flimmerhärchen tragend, in grosser Ausdehnung abheben. Und was weiter zu berücksichtigen ist: es erstreckt sich bei den Muscheln eine stärkere, chitinisirte Fortsetzung der Cuticula über die freie Fläche der Schale weg, so dass letztere, genau genommen, zwischen den Epidermiszellen und der Cuticula liegt; ähnlich dürfte es auch bei vielen Schneckenhäusern sein, denn ich vermag z. B. an den kalkhaltigen Haaren von *Helix hirsuta* und *H. obvoluta* (hier haben die Haare noch kleinere Auswüchse) durch Essigsäurebehandlung eine zarte, homogene Lamelle, d. h. eine Cuticula zu isoliren. Man könnte somit auch die Ansicht vertheidigen, dass die Schale selbst jener Mollusken, bei denen sie gemeinhin eine äussere genannt wird, eigentlich doch in der Haut liege. Bei einem Hinneigen zu dieser Auffassung der Dinge ist gewiss auch die Beobachtung *Gegenbaur's* von Belang, dass die Bildung der Schale bei *Clausilia* innerhalb der als Mantel zu deutenden äusseren Partie der Rückenplatte vor sich geht und erst durch Zurückweichen eines Zellenüberzuges nach aussen kommt. Man kann somit in allen diesen Struktur- und Entwicklungsverhältnissen einen Uebergang zu den unterhalb der Lederhaut befindlichen Schalen (*Cymbulia*, *Bullaea*, *Limax*, *Sepia* u. a.) erblicken.

Zu den Cuticularbildungen muss auch der bei vielen Gehäusschnecken auf dem Rücken des Schwanzes aufsitzende Deckel oder *Operculum* gezählt werden; er ist entweder bloss aus chitinisirten Lagen

zusammengesetzt (*Paludina* z. B.) oder die Lagen sind mit Kalk imprägnirt (*Turbo* z. B.). — Vielleicht reihen sich auch (was noch zu untersuchen ist) die Krallen von *Onychotheuthis*, die „hornigen" Ringe an den Saugnäpfen von *Loligo, Sepia* in die Gruppe der verdickten und chitinisirten Cuticularprodukte ein.

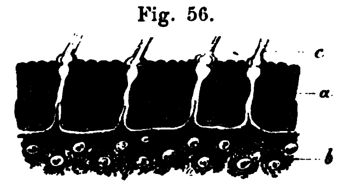
§. 113.

Arthropoden.

Hautpanzer.

An der Haut der Insekten, Spinnen und Krebse fällt die Scheidung in eine bindegewebige Lederhaut und zellige Epidermis weg und statt dessen hat man bei allen eine chitinisirte äussere Lage, die den eigentlichen Hautpanzer bildet (Epidermis der Autoren) und darunter eine weiche, nicht chitinisirte Haut (Corium der Schriftsteller), die mit dem interstitiellen weichen Bindegewebe des Körpers zusammenhängt, während nicht minder die harte Schale sich continuirlich in innere chitinisirte bindegewebige Theile, Sehnen z. B., fortsetzt. Es hat die Chitinhaut bei zarteren Thieren (Rotatorien und andere niedere Krebsformen, Dipterenlarven etc.) das Aussehen und die Beschaffenheit einer homogenen Cuticula, bei Stärkerwerden des Hautpanzers erscheint die Chitinhaut aus regelmässig übereinander geschichteten Lamellen zusammengesetzt. Ein fernerer allgemeiner Charakter des chitinisirten Hautskelets giebt sich darin kund, dass es bei einiger Dicke immer mit Porenkanälen versehen ist, die sehr allgemein von zweierlei Art sind, feine und stärkere, sie durchsetzen senkrecht die Chitinlamellen, behalten entweder den gleichen Durchmesser oder sind an ihrer äusseren Mündung ampullenartig erweitert (z. B. bei *Porcellio, Oniscus, Locusta, Forficula* u. a.), seltner an beiden Enden (*Ixodes testudinis* z. B.), die feinen Porenkanäle verästeln sich mitunter deutlich (z. B. an *Julus, Phalangium* u. a.). Durch die Porenkanäle werden die Schichten der homogenen Grundsubstanz, ähnlich wie das Bindegewebe der Wirbelthiere, durch die Bindegewebskörperchen in cylindrische Abtheilungen gesondert, welche den „Bindegewebsbündeln" entsprechen. Der Inhalt der Porenkanäle ist nicht überall der gleiche, in die grösseren erheben sich zarte papillenartige Fortsätze der unter der Chitinhaut gelegenen weichen Schicht, häufig scheinen sie nur von einem hellen Fluidum gefüllt, seltner sind sie lufthaltig (z. B. bei *Ixodes testudinis*, in so weit die Haut weiss-grau gefärbt

Fig. 56.



Hautschnitt von Locusta viridissima. (Starke Vergr.)
a Chitinhaut mit den Porenkanälen. b weiche, nicht chitinisirte Lage, c Haare.

ist, bei *Hydrometra paludum* hat der Silberglanz der Unterseite in dem Luftgehalt der Porenkanäle seinen Grund.)

§. 114.

Die freie Fläche des Hautpanzers zieren mancherlei Zeichnungen und Sculpturen, sehr gewöhnlich (bei vielen Krebsen, Cephalothorax und Extremitäten der Spinnen, zahlreichen Insekten) gewahrt man polygonale Felder, die lebhaft an Zellen erinnern, sie können sich auch emporwölben, allseitig oder einseitig, so dass sie zu Höckern und Schuppen werden und was in Anbetracht der Frage, ob denn wirklich, wie Manche wollen, dergleichen zellige Zeichnungen als der Ausdruck eines genuinen zelligen Epidermisüberzuges angesehen werden dürfen, von Belange ist: es erleiden die felderartigen Linien gar manche Abänderungen, die sich nicht mehr ins Zellenschema schicken; sie erzeugen z. B. bei *Dytiscus striatus* Netze, deren Räume ungleich gross und ungleich gestaltet sind, mit einzelnen für sich endenden Ausläufern. Beim Maikäfer hat die Oberfläche der Flügeldecken anstatt einer zelligen Zeichnung zierliche sternförmige Figuren, an der Unterfläche eigenthümliche Höckerchen etc. Am Abdomen der Arachniden machen sich anstatt zelliger Felder sehr regelmässige wellenförmige Linien bemerklich, welche die Basis der Haarauswüchse umkreisen, was auch auf der Cuticula der Larve des Ameisenlöwen (*Myrmeleon formicarius*) wenn auch in roherer Ausführung wiederkehrt. Da ich nun niemals, mochte auch die Zeichnung noch so sehr einem Pflasterepithel ähnlich sehen, wirkliche Zellen gewinnen konnte, so betrachte ich den ganzen Panzer als chitinisirte Bindesubstanz und glaube in den Porenkanälen die Aequivalente der Bindegewebskörperchen zu erblicken.

Nicht minder sind die mancherlei schuppen- und haarartigen Auswüchse des Panzers (sehr eigenthümliche Formen bei *Polyxenus* z. B.) homogener Natur und keineswegs aus Zellen gebildet; sie sind häufig einfach oder gekammert hohl und sitzen allzeit oberhalb der Oeffnung grösserer Porenkanäle, so dass das Lumen beider in einander übergeht. Nicht selten sind die Haare und Schuppen bei Spinnen (*Salticus, Clubiona claustraria,* Arten von *Epeira, Theridium*), die Schuppen mancher Schmetterlinge (*Liparis, Pontia* u. a.) lufthaltig und dann glänzend weiss. Beim Maikäfer, wo die feinen Haare der Flügeldecken, der Bauchschienen etc. etwas schüppchenartig verbreitert und ebenfalls lufthaltig sind, ist die Luft in ihnen in ähnlicher kleinblasiger Art eingeschlossen, wie in manchen Tracheenformen der Spinnen. Die auffallende kreideweisse Farbe der Flecken zur Seite des Abdomens rührt von dem Luftgehalt der hier dicht stehenden Schüppchen her. Die vielen weissen Flecken des *Melolontha fullo,* den ich nicht selbst untersuchen konnte (er ist hier überaus selten), sind sicher ebenso lufthaltig. Wenn die Haare einen bedeutenden Dickendurchmesser haben, wie z. B. die Haare der Raupe von

Saturnia, so kann man an ihnen gleich der ganzen äusseren Bedeckung die beiden Hautschichten unterscheiden, die homogene *Cuticula* und darunter eine pigmentirte Zellenschicht, eine Fortsetzung der weichen Hautlage, von der gleich nachher die Rede ist.

Die Flügel und Flügeldecken der Insekten zeigen, wie man besonders gut an Puppen sich belehren kann, den Bau von Hautduplicaturen. Zu äusserst liegt die Chitinhaut, dann kommt die weiche (bei Puppen aus klaren Zellen zusammengesetzte) Lage. Zu innerst verlaufen Tracheen und bleiben grössere Hohlräume zwischen der Duplicatur übrig, so haben sie die Function von Bluträumen, was man an den weicheren Flügeldecken verschiedener lebender Käfer, z. B. von *Melolontha*, am leichtesten von *Lampyris* überzeugend sehen kann. Beim Maikäfer werden die Tracheen der Flügeldecken noch von Fettkörperstreifen begleitet. In den weichen Flügeldecken von *Cantharis melanura* gewahre ich auch noch blasse, mit den Tracheen verlaufende Stämmchen, die mir Nerven zu sein scheinen.

Der Chitinpanzer nimmt bei vielen Krustenthieren, und zwar, in so weit meine Erfahrungen reichen, bei Dekapoden, dann bei *Porcellio*, *Oniscus*, *Armadillo*, *Sphaeroma*, *Julus* (nicht bei *Gammarus*, *Polyxenus*, *Scolopendra*, *Argulus*, Phyllopoden, Lernaeen, *Caligus*, Entomostraca), sowie nach den Mittheilungen *Zenkers* bei den Ostrakoden phosphorsauren und kohlensauren Kalk auf und erstarrt dadurch noch mehr. Beachtenswerth dürfte sein, dass die Kalkablagerung, wie ich mich überzeugte, nur in der homogenen Grundsubstanz Statt hat und die Kanäle davon frei bleiben. — Die Schalen der Cirripeden stimmen in der Struktur und chemischen Zusammensetzung mit denen der Bivalven überein (*C. Schmidt*). Ein Schalenstück von *Lepas anatifa*, das ich mit Essigsäure behandelte, bestand aus einer verkalkten *Cuticula* und der darunter liegenden eigentlichen Schalensubstanz. Letztere war nach Auszug der Kalksalze eine homogene, feingranuläre Schicht, in der regelmässig Linien nach der Länge verliefen, die von Stelle zu Stelle durch quer ziehende unterbrochen wurden, so dass man allerdings an wagrecht liegende „Kalksäckchen“ erinnert wurde.

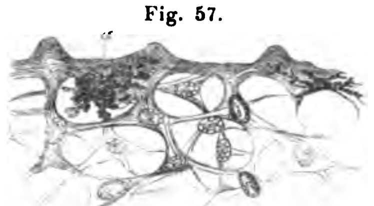
§. 115.

Weiche Hautschicht.

Die weiche, nicht chitinisirte Haut unterhalb des Panzers muss gleichfalls der Bindesubstanz zugezählt werden. Genauer auf ihre Textur besehen, zeigt sie dieselben Variationen, in welche das Bindegewebe überhaupt bei Wirbellosen abändern kann. Bei der einen Art wird sie fast nur aus mehr oder weniger deutlichen Zellen zusammengesetzt (so häufig bei niederen Krustenthieren, z. B. an den Greiforganen von *Branchipus*, bei *Salticus*, *Locusta* u. a.), bei anderen Arten oder an anderen Körperstellen verwischen sich die Zellenlinien und man hat nur klare Kerne innerhalb einer feinkörnigen Zwischenmasse; ist jedoch zugleich Pigment vorhanden, so wird das Bild einer

zelligen Zusammensetzung dadurch wieder angeähnlicht, dass die Pigmentkörner, sich um die Kerne gruppirend, zellige Bezirke abmarken. Bei den höheren Krebsen (*Astacus* z. B.) hat gedachte Haut entweder die Beschaffenheit von gewöhnlichem, nur etwas steifem Bindegewebe, in welchem nach Kalilauge Bindegewebskörperchen in Form von länglichen, schmalen Lücken zum Vorschein kommen, oder es hat die Natur von gallertiger Bindesubstanz. Dann sieht man ein verschieden grosses Maschengewebe, dessen Gerüst in den Knotenpunkten schöne, grosse Kerne besitzt und in den Hohlräumen eine helle Gallerte einschliesst. — In dieser Haut finden sich bei einigen Krustenthieren (*Porcellio*, *Gammarus*) noch eigenthümliche, mir nicht klar gewordene Gebilde, rundliche oder birnförmige, das Licht stark brechende Körper, innen granulär, aussen homogen streifig (Kalkconcretionen?)

Fig. 57.



Die weiche Haut unter dem Panzer vom Flusskrebs.
a blaues Pigment aus Krystallen bestehend. (Starke Vergr.)

§. 116.

Haut-pigmente.

Die mancherlei Pigmente der Haut können diffuser oder körniger Natur sein und bald in der Chitinhaut, bald in der weichen Schicht oder in beiden zugleich untergebracht sein. In der grünen Raupe von *Sphinx ocellata* z. B. liegt die grüne Farbe unter der Chitinhaut, letztere ist ganz farblos; anders bei der Raupe von *Papilio Machaon*, wo die intensiv rothen und schwarzen Flecken der *Cuticula* selber innewohnen und nur die gelbe Farbe der unter der Chitinschicht liegenden Haut angehört. An der Raupe von *Saturnia carpini* liegen die grünen, braungelben und schwarzen Farbkörner alle unter der *Cuticula*. Wenn auch überhaupt der Panzer bei Spinnen, Insekten und Krebsen häufig durch die verschiedenen Schattirungen des Braunen, Schwarzen, Grünen etc. gefärbt ist, so dürfte doch die Hauptmasse des Pigmentes an die weichere Hautlage gebunden sein. Von den rothen, blauen und goldglänzenden Pigmentirungen des Flusskrebses, welche meist in verzweigten Massen auftreten, verdient besonders die blaue in Anbetracht ihrer Elementartheile einer eigenen Erwähnung, da sie ausser feinen Punkten aus blauen Krystallen besteht. Sie vergehen schnell in Kalilösung, während die Körnchen des rothen Pigmentes darin ausharren. (Wie ich aus *Carus'* Jahresb. f. Zootomie ersehe, hat bereits vor mir *Focillon* auf die „prismatischen Krystalle“ dieses blauen Pigmentes aufmerksam gemacht.)

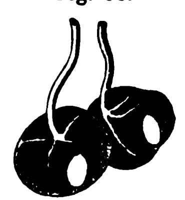
Contractile Elemente oder Muskeln, welche eigens zur Bewegung der Haut bestimmt wären, mangeln den Arthropoden, obschon alle Stammmuskeln sich an die Innenfläche des Hautskelets ansetzen. Ueber die Eigenthümlichkeiten, welche die Hautnerven darbieten, siehe „Tastwerkzeuge."

§. 117.

Die Hautdrüsen, welche mehreren Arthropoden zukommen, repräsentiren sowohl einzellige Formen (bei *Argulus, Caligus, Doridicola,* vielleicht auch bei einigen Käfern), indem eine einzige Zelle und ein von ihr abgehender Ausführungsgang die ganze Drüse bildet, oder es sind mehrzellige Formen, wohin die *Glandulae odoriferae* gehören; bei *Pentatoma* z. B. zeigt die Drüse eine zarte homogene *T. propria,* dann mit bräunlichen Körnern erfüllte Sekretionszellen, endlich nach innen eine sich stark runzelnde homogene *Intima*; ferner reihen sich hier an die Drüsen, mit denen die Haut der haarig bedeckten Raupen ausgestattet ist, sie bestehen aus einer homogenen *T. propria* und einigen Sekretionszellen, die sich durch ihre verästelten Kerne auszeichnen; das Sekret

Hautdrüsen.

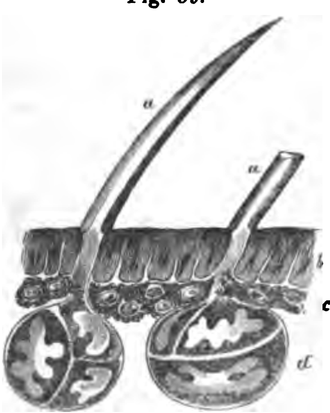
Fig. 58.



Zwei Hautdrüsen von Argulus foliaceus. (Starke Vergr.)

wird constant in die über ihnen stehenden hohlen Haare entleert. Da nun an den stärkeren Haaren, z. B. der Raupe von *Saturnia carpini* feine Porenkanäle bis in den centralen Raum des Haares dringen und bekanntlich beim Anfassen eines solchen Thieres leicht äusserlich an den

Fig. 59.



Hautdrüsen der Raupe von Bombyx rubi. (Starke Vergr.)
a Haare, b Chitinhaut mit den Porenkanälen, c weiche Hautlage, d Drüsensäckchen.

Haaren sich ein Sekrettröpfchen ansammelt, so darf man annehmen, dass das Fluidum durch die Porenkanäle seinen Weg nahm. Die *Foramina repugnatoria* an den Seiten der Körperringel der Myriapoden führen, wie Savi und Burmeister zuerst richtig sahen, in birnförmige Hautdrüsen, welche sich mir an einer Julusart folgendermaassen darstellten. Das Drüsensäckchen hat eine zarte *Tunica propria* und nach innen von ihr die hellen (bei *Julus terrestris* und *sabulosus* bräunlichen) Sekretionszellen, welch letztere von einer homogenen *Intima* überdeckt werden, die stärker ist als die *Tunica propria*, sich sehr gern in Falten legt und dadurch auch im Ausführungsgang eine Art Querstrichelung hervorruft. Das Sekret ist zunächst der *Intima* eine hellgelbliche Flüssigkeit, mit einzelnen fettähnlichen Tropfen, zu innerst häuft sich das Sekret als eine intensiv gelbe, stark conturirte zähflüssige Masse an, die in Essigsäure unverändert bleibt, nach Zusatz von Kalilauge aber dunkelgrün wird.

Fig. 60.



Hautdrüse von Julus.

A Aeussere verkalkte Haut mit den Porenkanälen und der Drüsenmündung.
B Das Drüsensäckchen: a Tunica propria (ist auf dem Holzschnitt nicht genug hervorgehoben), b Sekretionszellen, c Intima, d Sekret. (Starke Vergr.)

Eine besondere Lage sehr entwickelter mehrzelliger Hautdrüsen bemerkt man auch beim Flusskrebs. Ich finde nämlich, dass an der Schale des Cephalothorax, namentlich wo sie die Kiemenhöhlen überwölbt, die weiche Hautlage nach innen ein eigenthümliches dickliches Aussehen hat, was von Drüsengruppen herrührt, die, wenn sie etwas vereinzelter zu liegen kommen, schon für das freie Auge als weissliche, gelappte Massen von der hellen gallertigen Hautlage sich abheben. Auf den feineren Bau untersucht (wobei wegen ihrer Weichheit das Deckglas zu vermeiden ist), zeigen sie einen annähernd traubigen Umriss, die Sekretionszellen von Cylinderform sind dicht erfüllt von fein granulärer Substanz und das Lumen der Drüse schien mir von einer zarten Intima ausgekleidet zu sein. Die Drüsen münden nach innen, gegen die Kiemenhöhle zu und am gekochten Krebs lebhaft weiss werdend, stellen sie das vor, was man gemeinhin „Krebsbutter“ nennt.

Für Hautdrüsen müssen auch jene fühlfadenartigen Organe angesprochen werden, die verschiedene Raupen, wie *Papilio asterisa*, *P. machaon* u. a. hervorstrecken können, wobei ein stark riechender Stoff mit entleert wird. Im ausgestülpten Zustande unterscheidet man zu äusserst eine äussere homogene Haut, die Fortsetzung der *Cuticula* der allgemeinen Bedeckung, darunter kommen grosse Zellen mit gelbkörnigem Inhalt und über ihnen ist die homogene Haut zu einem stumpfen Stachel ausgezogen. (Wenn dieser durchbohrt sein sollte, worüber jedoch meine an *Pap. machaon* gemachten Notizen nichts aussagen, so müssten die Zellen einzelligen Drüsen gleichgesetzt werden.) Bei *Papilio asterias*, wovon Karsten sehr naturgetreue Abbildungen gab, sind die Zellen in der Gegend, wo der Fühlfaden sich gabelt, von etwas anderer Beschaffenheit, und Karsten spricht diese Partie allein als „drüsigen Körper" an, während er die anderen als Farbstoff enthaltende Zellen bezeichnet. Mir scheinen die beiderlei Zellen für Sekretzellen gelten zu müssen, deren Absonderungsprodukt zusammen den spezifischen Geruch verbreitet. Im eingestülpten Zustande entspricht die im ausgestreckten Organ äussere homogene Haut einer starken Intima, welche die Sekretionszellen überdeckt, und letztere selber sind vergrösserte und umgewandelte Abschnitte der unter der Chitinhaut (Pergamenthaut, Karsten) befindlichen zelligen Lage. Der eben genannte Autor lässt sowohl das Einstülpen, als auch das Hervorstrecken des Schlauches durch Muskeln geschehen; wie aber die von ihm gezeichneten Muskeln den Schlauch zum Ausstülpen bringen sollen, kann man sich kaum vorstellen, und es ist mir wahrscheinlich, dass durch Eintreiben von Blutflüssigkeit aus der Körperhöhle das Ausstülpen erfolgt. Die an der Spitze angebrachten Muskeln besorgen bloss das Zurückziehen des Apparates. Die Anheftung der Muskeln an die Haut geschieht, wie auch sonst häufig, durch chitinisirte Bindesubstanz, die continuirlich in die *Cuticula* sich fortsetzt.*)

§. 118.

Im Anschluss an die Hautdrüsen darf hier noch jener Drüsenformen gedacht werden, welche sonst unter der Aufschrift „besondere Absonderungsorgane" als Gift- und Spinndrüsen, Afterdrüsen etc. zusammengefasst werden. Sie sind hier zu den Hautdrüsen gerechnet ungefähr in dem Sinne, wie man die Milchdrüsen der Säuger Hautdrüsen nennen kann. Die Giftdrüsen der Spinnen zeigen eine homogene *Tunica propria*, am Ausführungsgang dicker als am Follikel, um sie herum geht in Spiraltouren eine dicke Lage

*) Hiebei mag auf die Käfergattung *Malachius* aufmerksam gemacht sein, die bekanntlich, wenn sie gereizt wird, aus den Seiten des Halses und des ersten Hinterleibsringes zackige Bläschen aus- und einziehen kann. Man darf vermuthen, dass der Bau dieser Gebilde ähnlich ist, wie an den fühlerartigen Organen der genannten Raupen.

quergestreifter Muskeln (*Epeira, Clubiona, Mygale, Argyroneta)*, die sich aber nicht auf den Ausführungsgang erstreckt. In die Muskelschicht, welche nach aussen eine zarte bindegewebige Hülle hat, verliert sich ein deutliches Nervenstämmchen. Der Giftapparat der Skorpione hat ebenfalls die Muskelschicht. Nach innen kommen die Sekretionszellen, sie sind cylindrisch und ziemlich lang, ihren Inhalt bilden eiweissartige, schwach glänzende Kugeln. Ueber die Zellen weg geht nach *H. Meckel* eine feine *Intima*. An den Spinndrüsen der Araneen unterscheidet man immer eine *Tunica propria*, dann die Zellen und zu innerst eine deutliche *Intima*, die in den Ausführungsgängen eine ganz beträchtliche Dicke erlangen kann. Die Giftdrüsen der Insekten haben einen interessanten Bau, dessen Kenntniss wir *H. Meckel* verdanken. Bei *Vespa Crabro* bildet eine *Tunica propria* von grosser Feinheit das Drüsengerüst, sie trägt eine dicke Lage von Zellen, aus denen feine Röhrchen (Ausführungsgänge der Zellen) nach der *Tuniea intima* des ganzen Follikels laufen. Aehnlich ist der Bau bei der Biene, nur scheinen hier aus einer Zelle immer mehrere der feineren Ausführungsgänge hervorzukommen. Die Drüse der rothen Ameise zeigt das gewöhnliche Schema der Struktur, es fehlen die für die einzelnen Drüsen bestimmten Gänge. *Meckel* und *Karsten* haben auch die Afterdrüsen mehrerer Käfer untersucht, bei *Dytiscus marginalis* wiederholt sich die mehrfach beschriebene Zusammensetzung, man hat zu äusserst eine homogene *Tunica propria*, zu innerst eine homogene *Tunica intima* und der Raum zwischen beiden ist von den Sekretionszellen ausgefüllt. An den Explodirdrüsen des *Braehinus* erscheint nach der Darstellung von *Karsten* die *Intima* durchlöchert, so dass für jede Sekretionszelle eine besondere Oeffnuug zugegen ist. Zu den homogenen Häuten und Zellen gesellen sich in dem behälterartig erweiterten Abschnitt des gemeinsamen Ausführungsganges quergestreifte Muskeln.

§. 119.

Würmer.

Die Haut der Würmer ist nicht von einerlei Art, was kaum Wunder nehmen darf, da dieser Abtheilung die verschiedensten Geschöpfe zugerechnet werden, ohne dass ein wirklich einheitlicher Charakter sie zusammenhielte.

Strudelwürmer.

Bei den Turbellarien bildet die Rinde der mit Muskeln durchflochtenen gemeinsamen Bindesubstanz des Körpers das Analogon der Lederhaut. Die Hautmuskeln sind entweder rein homogen, oder man sieht eine Scheidung in helle, homogen bleibende Rinden- und feinkörnige Axensubstanz, weiterhin erkennt man Cylinder, die eine Art quergestreifter Zeichnung darbieten, indem sie aus in einander geschobenen keilförmigen Stücken bestehen. Auf die Lederhaut folgt ein durchweg flimmerndes Epithel, (bei der Anhangsgruppe der Turbellarien, den Ichthydinen ein auf die Bauchfläche beschränktes), in dessen Zellen

Gebilde specifischer Art, die unter dem Namen Stäbchen und Nesselorgane bekannten Körper eingeschlossen sind. Man hielt sie früher für eine Eigenthümlichkeit der planarienartigen Strudelwürmer, weiss jetzt aber, dass sie auch an der Innenfläche des Rüssels von Nemertinen (*M. Müller*) vorkommen. (*Leuckart* beobachtete sie ebenfalls in der Körperhaut einer *Nemertes.*) Die Stäbchen nehmen in Kalilauge scharfe Conturen und eine gelbe Farbe an und sind entweder ihrer Form nach einfache gerade oder auch halbmondförmig gekrümmte Gebilde, oder längsovale Körper ohne Haaranhang; zeigen sie sich noch mit einem im Innern ruhenden und hervorstülpbaren Haaranhang ausgerüstet, so tragen sie den Namen Nesselorgane (am Rüssel von *Meckelia*, im Körper von *Microstomum lineare*, wo übrigens, wie ich sehe, ähnlich wie bei den Hydren zweierlei Nesselorgane vorkommen, die grossen „krugförmigen" nämlich und die kleineren von einfach ovaler Gestalt, beide ziemlich vereinzelt und die letzteren meist paarweise zusammenliegend, bei den „krugförmigen" erscheint der hervorgeschnellte Faden mit Widerhaken.) Eine Uebergangsbildung von Stäbchen zu Nesselorganen repräsentiren die Stäbchen der *Convoluta Schultzii*, da in jedem eine feine starre Nadel eingebettet liegt, welche durch Druck herausgetrieben werden kann (*Schultze*). Nach demselben Autor enthält die Haut bei *Sidonia elegans* statt der Stäbchen ansehnliche Körper, drehrund, knorrig und etwas gebogen aus kohlensaurem Kalk. (Sollten diese wirklich in den Zellen der Epidermis und nicht vielmehr in der Lederhautschicht liegen und den Kalkkörpern der Cestoden, Mollusken und Strahlthiere entsprechen?)

§. 120.

Cestoden. Trematoden.

Die Cestoden und Trematoden besitzen eine deutliche homogene *Cuticula* als äusserste Grenze, (an einem *Bothriocephalus* des *Salmo salvelinus* schien sie mir von Porenkanälen durchsetzt zu sein) darunter eine Zellenschicht, mitunter pigmentirt. Beide zusammen entsprechen einer Epidermis, die *Cuticula* verdickt sich zu mancherlei Stacheln, sowie zu grösseren „hornigen" Hacken und Gerüsten (Hackenkranz der Cestoden, die Bewaffnungen des *Gyrodactylus*, des *Diplozoon* u. a.). Zählt man mit *M. Schultze* das sonderbare *Myzostomum* zu den Trematoden, so ist es das einzige Thier dieser Gruppe, welches Hautwimperung trägt. Die oftmals mit geschichteten Kalkkugeln versehene Lederhaut grenzt sich nicht scharf vom übrigen Leibesparenchym ab und ist mit Muskeln durchflochten. Mitunter scheinen auch Hautdrüsen nachweisbar zu sein, ich glaube wenigstens in der Saug scheibe von *Aspidogaster conchicola* einzellige Hautdrüsen, welche aus rundlichem Bläschen und ziemlich langem, schmalem Ausführungsgang bestanden, wahrgenommen zu haben.

§. 121.

Ringelwürmer.

Auch die Annulaten weisen eine *Cuticula* auf, einfach glatt z. B. bei *Nephelis*, *Haemopis*, *Sanguisuga*, zierlich der Länge und

Quere nach gestreift bei *Piscicola*, *Lumbricus*, in Höcker sich erhebend bei *Clepsine* u. s. f.

Cuticularentwicklungen sind die mancherlei Haare und Borsten, die entweder rein homogen sich darstellen, oder bei einiger Dicke eine gewisse Scheidung in Rinden- und Axensubstanz nebst einer feinen longitudinalen Streifung (*Eunice*, *Aphrodite*) erkennen lassen. Die schuppenartigen Hautanhängsel von *Aphrodite* sind nicht blosse Cuticularverdickungen, sondern Duplicaturen der Haut. Unter der *Cuticula* folgt die zellige, häufig pigmentirte Epidermis, deren Zellen mitunter (z. B. *Piscicola*) von zweierlei Art sind, kleine und viel grössere, welch letztere an die Schleimzellen der Fisch-Oberhaut erinnern; in seltenen Fällen enthalten die Zellen Nesselstäbchen (*Chaetopterus* nach *M. Müller*). Auffallend ist, dass man zwischen den rundlicheckigen Epidermiszellen bei *Piscicola* stark verästelte Pigmentzellen gewahrt. Die sehr muskulöse Lederhaut ist bei *Piscicola*, *Clepsine* durch schöne Fettzellen ausgezeichnet.

Hautflimmerung erscheint bei den Annulaten spärlich; man kennt Beispiele von theilweisem Flimmerbesatz an *Podyophthalmus*, *Nereis*, *Spio*, *Serpula*. Bei *Bonellia*, welche mit den Sipunculiden eine Uebergangsfamilie von den Echinodermen zu den Würmern bildet, wimpert die Haut an den Armen des Rüssels (*Schmarda*) und an den Bryozoen, wenn man sie mit *Leuckart* u. A. zu den Würmern stellt, wimpern die Fangarme (der mantelähnliche Hautsack, in welchem der Darmkanal aufgehängt ist, besteht aus einer homogenen *Cuticula* und der Zellenlage darunter); auf der Haut einer neuen von *Busch* beschriebenen *Sagitta* liegt hinter dem Kopf auf dem Rücken eine wimpernde Platte.

Einzellige Hautdrüsen sind bei vielen Annulaten (*Piscicola*, *Clepsine*, *Nephelis* u. a.) vorhanden. (Es mag hier eingeschaltet sein, dass, gleichwie sich im Fussnapf von *Branchellion* noch sekundäre, kleine Saugnäpfchen finden, man auch am Kopfende von *Branchiobdella astaci* ungefähr sechs ähnliche, nur bei starker Vergrösserung sichtbare Saugnäpfchen beobachtet.)

§. 122.

Rundwürmer.

Sehr eigenthümlich verhält sich die Haut der Nematoden, Acanthocephalen und Gordiaceen, indem sie sich vom übrigen Leibesparenchym streng abgeschieden hat. Die Lederhaut ist eine dicke Hülle, die, ähnlich den „Glashäuten" höherer Thiere, aus homogenen Lamellen einer hellen Bindesubstanz besteht. Darüber kommt eine „Faserhaut" mit gekreuzter Richtung der Fasern und zu äusserst eine „Epidermis", die aus verschmelzenden Zellen entstanden, später strukturlos sich zeigt (*Meissner*). Wenn ich mir die Angaben des genannten Forschers so auslegen dürfte, dass ich annehme, die Epidermiszellen lieferten eine *Cuticula*, mit deren Weiterausbildung die Zellen selbst untergehen können, und wäre es ferner möglich,

die „Faserhaut“ und das „Corium“ zusammen für das Analogon der Lederhaut zu nehmen, so würde sich die Haut dieser Würmer nicht allzusehr von dem, was mir sonst als Grundschema erscheint, entfernen.

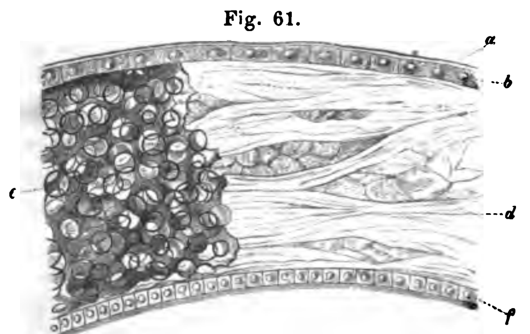
§. 123.

Strahlthiere.

Echinodermen.

An der Haut der Echinodermen unterscheiden wir deutlich eine derbe Lederhaut, eine zellige Epidermis und mitunter noch eine abtrennbare *Cuticula*. Die Lederhaut ist bindegewebig und zeigt bei *Holothuria tubulosa* sehr feine, gelbliche Fasern, welche, in Bündeln geordnet, nach den verschiedensten Richtungen sich durchflechten; beim Seeigel verhält sich ein feiner Schnitt aus der getrockneten (um die Mundöffnung gelegenen) Haut im Wesentlichen ganz wie ein Schnitt aus einer ähnlich präparirten fibrösen Haut eines Wirbelthieres, z. B. aus der *Sclerotica* des Rindes. Man erblickt dieselben bündelförmigen Züge des Bindegewebes, die sich durchkreuzen, so dass man sie im Längen- und Querschnitt zur Ansicht hat. Auf dem Querschnitt derselben bemerkt man überdiess dieselbe feine Punktirung, wie bei Wirbelthieren, und ist der Schnitt sehr dünn ausgefallen, so krempen sich

Fig. 61.

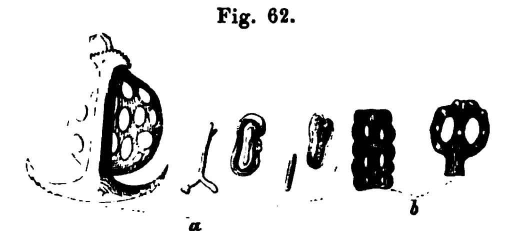


Senkrechter Hautschnitt von Echinus.
a Cuticula, b Zellen der Epidermis, d bindegewebige Lederhaut, unverkalkte Partie, e verknöcherte Stelle, f inneres Epithel. (Starke Vergr.)

nach Essigsäurebehandlung die Ränder ebenso um, wie an der Haut, der Sehnen etc. der Wirbelthiere unter den gleichen Umständen. Zählen wir die Sipunculoiden von den Echinodermen ab, so ist es eine allgemeine Eigenschaft derselben, dass in ihre Lederhaut Kalk abgelagert ist: in geringer Menge bei den Synaptinen, wo der Kalk unter anderem sich in der Form zierlicher, durchlöcherter Platten mit angefügtem Anker abscheidet, bei *Chirodota* als Rädchen, welche haufenweise in den regelmässig angeordneten Hautpapillen liegen *(Joh. Müller)*. Bei den Holothurien haben die Kalkstücke manchfaltige Formen, häufig sind es gegitterte Scheiben. Bedeutendere Kalkmengen lagern in Form von Balken und Netzen in der Lederhaut der Asterien u. a., bis endlich in den Echiniden durch Zunahme der Kalknetze die Leder-

haut zu einer vollständigen, knochenharten Schale sich umwandelt. Es erinnert die Verkalkung des Bindegewebes bei *Echinus* an die Incrustationen des Bindegewebes, wie man sie an der *Pia mater* und den *Plexus choroidei* des Menschen wahrnimmt. Die Kalknetze des Seeigels zeigen einen deutlichen muschligen Bruch (Schichtung), bei Behandlung mit Säure bleibt aus den ganz verkalkten Schalenpartien nur ein äusserst dürftiges Fasernetz übrig, so dass es scheint, als ob

Fig. 62.



Einige Kalkkörper aus der Lederhaut.
a von Synapta digitata, b von Holothuria tubulosa. (Starke Vergr.)

durch die Kalkablagerung die organische Grundsubstanz verdrängt worden wäre. — Ueber die Lederhaut weg geht eine zellige Epidermis, die an den Stacheln der Echinen, ferner an der Saumlinie der Spatangoiden wimpert, auch die Pedicellarien des *Echinus esculentus* sah ich zum Theil flimmern. Anlangend die Cuticula, so gewahrt man sie deutlich bei *Synapta digitata;* auch an den nicht verkalkten Hautpartien des bezeichneten *Echinus* werden die Epidermiszellen zwar von einer homogenen Grenzschicht umsäumt, aber es gelang mir nicht, sie als Haut zu isoliren.

§. 124.

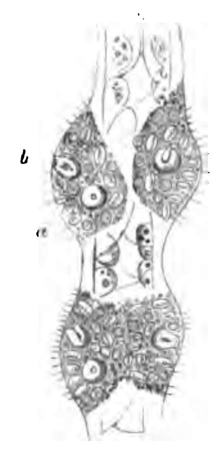
Acalephen. Das Körperparenchym der Quallen besteht aus gallertigem hyalinem Bindegewebe, welches durch Schwinden der zelligen Elemente theilweise eine sehr homogene Natur anzunehmen im Stande ist; die Rinde dieses Gewebes mag als Lederhaut angesehen werden. Die Epidermiszellen sind zart, platt, polygonal, können, wie anderwärts, Pigment einschliesen und wimpern häufig. Die Nesselorgane, welche gleich denen der Turbellarien und Hydren als Zelleninhalt auftreten, sind sehr ausgebildet, zu wahren „Nesselbatterien" entwickelt. Das Nesselbläschen ist entweder rund, oval oder cylindrisch lang; der Ursprung des ausgestreckten Fadens erscheint häufig mit Widerhäckchen besetzt. *Gegenbaur* hat noch gefunden, dass der Faden der Nesselzellen bei den Diphyiden, *Apolemia uvaria* (auch bei Actinien, *Corynactis*) von einem andern Faden in engen Spiraltouren umwunden wird. Von *Beroe* und *Cydippe* sind auch eigenthümlich gestaltete Haare beschrieben worden. Ob noch eine feine Cuticula zugegen, ist unbekannt, doch möchte die Schale von *Velella*, welche ein System luftführender Kanäle hat und nach *Leuckart* aus Chitin besteht, den verdickten Cuticulargebilden verglichen werden können.

§. 125.

Polypen.

Ueber die Haut der **Polypen** lässt sich melden, dass sie bei *Hydra* zwei Schichten zeigt, eine **untere homogene Membran**, die zunächst das contraktile Gewebe des Körpers nach aussen abschliesst, und an der Fussscheibe am dicksten ist; sie könnte einer

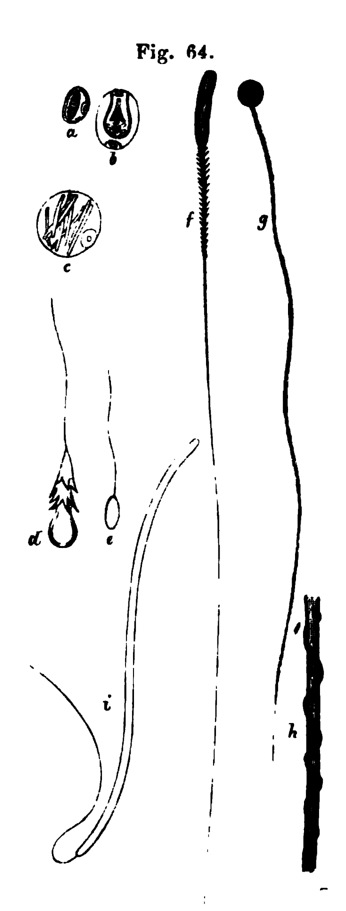
Fig. 63.



Ein Stück Arm von Hydra, um die Gruppirung der Nesselorgane anschaulich zu machen.
a die kleinen cylindrischen, b die grossen birnförmigen Nesselorgane. (Starke Vergr.)

Lederhaut entsprechen, die **obere** ist eine **zellige Epidermis**, und die Nesselorgane, welche von zweierlei Art sind, kleine cylindrische und grössere birnförmige, werden wieder als Zelleninhalt erkannt. Vielleicht ist auch eine zarte *Cuticula* zugegen. In den Anthozoen (z. B. *Actinia*, *Veretillum*) ist die der Lederhaut entsprechende Schicht dicker als bei den Hydren und streifig; die Epidermiszellen wimpern. (*Hollard* lässt bei *Actinia* die Haut aus vier Lagen bestehen, allein mir deucht, dass sein „Epithel", dann „die Pigmentlage aus kleineren Zellen", endlich „die Lage der Nesselkapseln" zusammen der Epidermis entsprechen). — Die sog. **Polypenstöcke** beruhen entweder auf der Verdickung einer homogenen Cuticula durch schichtenweise Ablagerung, wobei die Schichten chitinisiren und einen „hornigen" Polypenstock bilden. Die Cuticula kann sich aber auch mit erdigen Theilen verbinden und erhält dadurch eine verkalkte Beschaffenheit. *Milne Edwards* und *Jul. Haime*, welche die Cuticula Epidermis nennen, heissen diese Skeletbildung *sclèrenchyme èpidermique.* Es kann aber auch zweitens die Lederhaut der Polypen verkalken durch Einlagerung von Kalk- oder Kieselnadeln. Bleiben die Nadeln isolirt, so entsteht ein unvollkommenes Skelet von einer meist lederartigen Beschaffenheit (*Alcyonium*, *Lobularia*), häufen sich die Nadeln zu zusammenhängenden Massen, so nimmt es an Festigkeit und Dichtigkeit immer mehr zu. (Die Steinkorallen). Die Kalk-

Fig. 64.



Stäbchen und Nesselorgane.
a, b Zellen mit Nesselorgan von Hydra, c Zelle mit Stäbchen von Planaria, d, e ausgestülpte Nesselorgane von Hydra, f Nesselorgan von Praya maxima. g dasselbe von Rhizophysa, h Stück eines Nesselfadens (unter starker Vergrösserung) mit einer Spiralfaser umwunden (f, g, h nach *Gegenbaur*), i Nesselorgan von Meckelia (nach *M. Müller*).

körper sind entweder spindelförmig mit Höckern, oder sie sind verästelt, oder lang und faserartig (*Antipathes*, wo sie nach *Haime* fast ausschliesslich aus Kieselsäure bestehen). Ein durch Ossifikation der Lederhaut entstandenes Polypenskelet nennen *Milne Edwards* und *Haime slèrenchyme dermique*.

§. 126.

Protozoen.

Abgesehen von den kleinsten Infusorien, sowie von jenen wunderbaren Thierformen, den Amöben und Polythalamien, deren Leibessubstanz für unsre optischen Hilfsmittel keine rechte Differenzirung mehr aufweisen will und während des Lebens in immer wechselnde Fortsätze ausfliesst, vermögen wir an den übrigen eine Haut zu demo-

striren. Man unterscheidet an vielen Infusorien eine homogene Cuticula, durch Reagentien abhebbar. Ich finde sie z. B. an *Vorticella-* und *Epistylis*-Arten fein quergestrichelt, bei *Paramaecium aurelia* ist sie durch Kreuzung der Striche gefeldert *(Cohn)*. Dergleichen Zeichnungen der Cuticula sind so wenig wie die der Annulaten und Arthropoden blosse Falten, sondern liegen in der Beschaffenheit der Cuticula selber. Die weiche Lage unterhalb der Cuticula erscheint, wie bereits oben erwähnt wurde, bei grossen Arten (z. B. von *Vorticellinen*) keineswegs rein homogen, sondern sie besitzt (bei gehöriger Vergrösserung, *Kellner* 780maliger) kleine nucleusartige Körperchen so regelmässig eingebettet, dass man lebhaft an die weiche, nicht chitinisirte Hautschicht zarter Arthropoden, (Rotiferen, Insektenlarven u. a.) gemahnt wird. In dieser Lage müssen auch die von *O. Schmidt* an *Paramaecium*, sowie von *Lachmann* bei *Ophryoglena* beschriebenen stabförmigen Körperchen ruhen.

Die Schale der Rhizopoden scheint mir abermals, wie jene der Weichthiere unter den Begriff der Cuticulargebilde gestellt werden zu müssen. Bei wenigen ist sie unverkalkt (*Gromia*, *Lagynis*), bei vielen verdickt, chitinisirt und verkalkt. (In der Schale von *Operculina arabica* sicht *Carter* „Kalkspicula"). Die Oberfläche der Schale kann getäfelte und andere Zeichnungen haben; oft verzweigen sich in den Schalen Kanäle (*Williamson*, *Schultze*).

§. 127.

Allgemeinere Bemerkungen.

Stellen wir Vergleichungen an zwischen der Haut der Wirbelthiere und jener der Wirbellosen, so ergeben sich folgende Eigenthümlichkeiten für die letzteren.

Die Grenze des Wirbelthierkörpers nach aussen wird immer unmittelbar durch die Zellen der Epidermis umrissen, und nur bei Froschlarven kommt (nach *Remak*) der optische Ausdruck einer Cuticula zu Stande, indem die Zellen der Oberhaut eine Verdickung und Verschmelzung ihrer nach aussen gewendeten Membranen zeigen. Anders bei den Wirbellosen. Hier ist es umgekehrt fast Regel, dass im Falle auch eine zellige Oberhaut zugegen ist, doch noch eine homogene Cuticula darüber liegt, bald in mehr weicherer, man kann sagen unfertigerer Form, bald selbständiger, so dass wir sie in Gestalt einer wirklichen Haut abzulösen vermögen.

Ferner flimmert bei Wirbelthieren die Epidermis nur bei Batrachiern im embryonalen Zustande; ausgebildete Wirbelthiere haben nie Hautflimmerung. Bei den Wirbellosen hingegen ist die Erscheinung sehr verbreitet, dass die Haut in ganzer, oder fast ganzer Ausdehnung wimpert oder wenigstens stellenweise mit Flimmerhärchen besetzt ist.

Ebenso haben bei gewissen Gruppen der Wirbellosen die Epidermiszellen zum Theil einen sehr eigenartig geformten Inhalt; es sind das die Nesselorgane und die stabförmigen Körper. Vielleicht darf

man die Sekretbläschen in den Schleimzellen, wie sie in der Oberhaut vieler Fische sich finden, mit den Nesselorganen in eine Reihe bringen, da wenigstens beide Gebilde im Inneren von Oberhautzellen liegen.

Die der Lederhaut entsprechende bindegewebige Schicht ist entweder von der Leibessubstanz gar nicht abgegrenzt, sondern bildet eigentlich nur die Rinde derselben, oder sie formt einen mehr oder weniger selbständigen Sack oder Schlauch, das Thier eng umschliessend, mit oder ohne eingewebte Muskeln, wornach sich natürlich bei Weichbleiben der Haut die Fähigkeit, die Form des Körpers zu verändern, erweitert oder beschränkt.

Die Härtung der Haut geschieht durch Chitinisirung und durch Ablagerung von erdigen Theilen. Verkalkt die Lederhaut selbst, so bleibt die Schale natürlich in inniger Beziehung zum Körper (Echinodermen, Krebse u. a.); die Schale ist aber weit weniger innig mit der Körpersubstanz zusammenhängend, wenn sie, wie solches z. B. bei den Mollusken eintritt, lediglich eine Abscheidung, ein festgewordenes Sekret der Haut vorstellt.

§. 128.

Physiologisches.

Es wurden oben die Gestaltveränderungen der Chromatophoren der Reptilien von der Contractionsfähigkeit der hyalinen, die Pigmentkörnchen zusammenhaltenden Substanz abgeleitet. Die Bewegung der Pigmentmoleküle ist daher eine passive, welche durch die Thätigkeit der hyalinen Substanz unterhalten wird. Gerade so mag es sich mit den bekannten Strömungen von Körnern im Leibesparenchym mancher Infusorien verhalten, wie man dergleichen bei *Vorticella*, *Loxodes bursaria*, *Stentor Mülleri*, *Opercularia articulata*, hier im Stiel des Wirbelorganes nach *Stein*, beobachtet*). Auch *Bergmann* und *Leuckart* haben diese Erscheinung von Contractionen des Körperparenchyms abhängig gemacht. Für die Erklärung, dass die helle Materie, in welcher die Körnchen eingebettet sind, contractil ist, spricht sehr die Art der „Strömung", wie sie im Stiel des Wirbelorgans von *Opercularia* vor sich geht. Die Körnchen wandern eben passiv hin und zurück, je nachdem die Substanz im Stiel durch ihre Bewegungen den Deckel hebt oder zuzieht. (Die Natur der Chromatophoren, wie sie sich bei Reptilien offenbart, lässt auch die Frage aufkommen, ob denn nicht der hyaline Inhalt der „Bindegewebskörperchen" noch an manchen anderen Körpergegenden contractil sei? soll er bloss bei zugemischtem Pigment diese Eigenschaft haben? Es existiren mancherlei Beobachtungen über Spuren schwacher Con-

---

*) Man schreibt *Focke* (Isis 1836) die erste Kenntniss hievon zu, aber schon früher sah *G. Carus* (Zoot. 1834 Bd. II. S. 424 Anmerk.) „bei einer *Leucophrys* den gesammten Inhalt des Thierchens in einer langsamen peripherischen Bewegung (fast wie das Strömen in der *Chara*) sich umhertreiben."

tractilität bindegewebiger Theile, in denen keine muskulösen Elemente nachgewiesen sind, sollte nicht mit der Zeit das, was uns gegenwärtig an der Haut der Amphibien als etwas ganz Apartes erscheint, den Charakter eines allgemein verbreiteten Phänomens annehmen? Doch diese Vermuthungen nur nebenbei!)

Das Hautskelet der Arthropoden ist bekanntlich im Leben trotz seiner Festigkeit mehr oder minder elastisch, biegsam, nach dem Tode wird es steif und ungelenkig. *Bergmann* und *Leuckart* haben daraus auf ein Durchdrungensein von Flüssigkeit geschlossen und durch die obigen Mittheilungen von dem allgemeineren Vorkommen der Porenkanäle im Hautpanzer der Insekten, Spinnen und Krebse ist gezeigt, wo wohl hauptsächlich die Flüssigkeit enthalten ist. Ausserdem mag auch namentlich durch die Porenkanäle hindurch die Wechselwirkung zwischen der Haut und dem umgebenden Medium im Gange gehalten werden. Wenn die Porenkanäle anstatt mit Flüssigkeit mit Luft gefüllt sind, so hängt das mit besonderen Bedürfnissen zusammen, von denen wir zum Theil den Grund einsehen; es ist z. B. doch augenscheinlich, dass die eigenthümliche Weise, wie die *Hydrometra* auf der Oberfläche des Wassers herumgleitet, durch ihre an der Bauchseite lufthaltige Haut, die eben dadurch nicht nass gemacht werden kann, unterstützt wird; wenn, wie bei Schmetterlingen und Käfern, die Haare und Schüppchen lufthaltig sind, so mag das den Flug mit erleichtern u. dgl.

Die Umwandlung der Haut zu Skeleten, zu Schalen, die mancherlei Abscheidungen der Haut stehen überhaupt in Beziehung zur Bewegung und zum Schutzbedürfniss der Thiere; in letzterer Hinsicht soll darauf aufmerksam gemacht sein, dass die Haare jener Raupen, welche mit der menschlichen Haut in Berührung gebracht, heftiges Jucken, ja selbst Entzündung verursachen, die Träger eines spezifischen Giftes sind, da die Hautdrüsen ihr Sekret unmittelbar in das Lumen des Haares entleeren. Die Weichthiere können durch das Sekret ihrer Hautdrüsen sich mit einer schützenden Hülle umgeben, *Pneumodermon* sich in eine Wolke hüllen, die dem Verfolger die Aussicht benimmt; eine Waffe bildet auch das Sekret der Afterdrüsen der Käfer u. s. w. In dieselbe Kategorie gehören die stabförmigen Körper und Nesselorgane gewisser Würmer, Polypen und Quallen, die auf der menschlichen Haut nur ein nesselndes Gefühl erregen, niedere Thiere aber betäuben und vergiften.

Zahlreiche Arten wirbelloser Thiere (Infusorien, Rotiferen, Würmer, Insektenlarven u. s. w.) bauen sich noch um ihre Haut herum ein Gehäuse, mit dem sie in keinem organischen Zusammenhang stehen; die Grundlage ist eine gallertige Substanz, die entweder durchweg weich bleibt (z. B. bei *Stentor*, *Chaetospira mucicola*, *Notommata centrura*) oder an der Peripherie hautartig erhärtet (*Stephanoceros*, *Tubicolaria*, *Arcellinen*, *Ophrydinen*, *Tintinnus*, *Chaetospira Mülleri*

Lachm.). Die Consistenz des Gehäuses wird vermehrt durch Abscheidung von Kalk (*Serpula* z. B.), häufiger durch Aufnahme von Fremdkörpern, wobei es von Interesse ist, wie jede Art sich nur an ein bestimmtes Baumaterial hält; so gebraucht z. B. *Melicerta* zu ihrem Futteral Sporen einzelliger Pflanzen, einige Arten der Gattung *Diflugia* Sandkörnchen, die einen Phryganeenlarven Sandkörnchen, die anderen kleine Muschel- und Schneckenschalen, andere Pflanzenreste etc.

Ueber die Haut der Mollusken im Allgemeinen vergl. m. Aufs. über *Paludina vivip.* in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. II, *Gegenbaur*, Beitr. z. Entwickl. der Landpulmonaten, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1852 und Untersuch. über Heterop. und Pterop. 1855, *Leuckart*, zoolog. Untersuchungen. Näheres hinsichtlich der Byssusdrüsen von *Lithodomus* in m. kleineren Mittheilungen z. thier. Geweblehre, Müll. Arch. 1854, von *Cyclas* Müll. Arch. 1855, in letzterem Aufs. auch Näheres über die Schale der Cyclas und der Najaden. Die zelligen Zeichnungen an der Innenfläche der Schalencuticula sind nur die Abdrücke, welche die Enden der „Schmelzprismen“ hervorrufen, auch an *Terebratula psittaceus* sehe ich, wie die obern Enden der Schmelzsäulen eine schöne epithelartige Zeichnung liefern, ähnlich, nur in grossartigerem Maassstab, wie die Schmelzfasern des Säugethierzahnes. — Es fehlt zwar nicht an Angaben, dass die Molluskenschale aus verkalkenden Zellen hervorgehe, ja *Desor* sagt, es sei gewiss, dass die Embryonalschalen von *Eolis* und *Doris* aus wirklichen Zellen zusammengesetzt sind, welche unter dem Mikroskop gleich Glasbläschen (so nehmen sich aber auch die Kalkkugeln aus!) erscheinen, allein es können dergleichen Angaben gegenüber andren und mehr gesicherten Beobachtungen auf Geltung kaum Anspruch machen. In dem von mir citirten Aufs. über *Cyclas* sind auch die Porenkanäle der Haut beschrieben. Die Haut mancher Mollusken erhebt sich in zierliche Leisten und Höcker, wie man z. B. schön an grossen kriechenden Exemplaren von *Limax* sieht.

Haut der Arthropoden: *H. Meckel* in Müll. Arch. 1846, *Karsten* ebendaselbst 1848, *Leydig* ebendaselbst 1855, *W. Zenker* im Arch. f. Naturgesch. 1854, der letztgenannte Autor lässt ebenfalls die Chitinhaut der Muschelkrebse aus Zellen bestehen und auch *Reichert* scheint (Jahresb. f. 1842) an den Käferschalen wirkliche Zellen anzunehmen. — Hautdrüsen von *Argulus*, in m. Aufs. in Zeitschr. f. wiss. Zool. 1850, anlangend die einzelligen Hautdrüsen der Käfer, so macht *Stein* (vergleichende Anatomie u. Physiol. der Insekten) darauf aufmerksam, dass unter der strukturlosen, durchscheinenden, auf der äussern Seite mit Hornzähnen besetzten Haut grosse, kugelförmige Zellen liegen und dass diese mit der eingerollten Spitze feiner Kanälchen in Verbindung stehen, die an der „Oberhaut“ einzeln münden. Die Drüsen scheinen ihm eine fettige Flüssigkeit abzusondern, um die Haut geschmeidig zu erhalten. Hautdrüsen fand *Karsten* bei *Saturnia* und vermisste sie bei *Vanessa*, *Acraea*, *Argynnis*, ich beobachtete (a. a. O.) dergleichen bei *Bombyx rubi*, sie mangelten an Dornraupen echter Tagfalter, an *Papilio machaon*, *Sphinx ocellata*. Nachträglich kann angeführt werden, dass auch bei der Raupe von *Cossus ligniperda* unterhalb der vereinzelt stehenden Haare die gleichen Drüsen sich finden; in der Haut ganz kahler Raupen scheinen sie immer zu fehlen. Auch bei Käferlarven (z. B. dem Engerling) sitzen unter den Haaren Hautdrüsen, aber wie mir scheint, ohne dass die Zellen den auffallenden verästelten Kern haben. *Will* hat die Hautdrüsen der Prozessionsraupe beschrieben, sie seien „aus langen blinden, am Ende etwas angeschwollenen Kanälen zusammengesetzt.“ Er sah auch, dass der Drüsenausführungsgang sich „in einen im Innern des Haares lie-

genden Kanal fortsetzt." (Münchner Gel. Anz. 1849). Unter den Krebsen bietet *Sphaeroma cinerea* Eigenthümlichkeiten im Baue der Haut dar, welche ich noch nicht mit den andern Beobachtungen in Verbindung zu setzen weiss. Die verkalkte Haut ist sehr dünn, hell und bricht wie Glas, zu äusserst hat sie eine homogene, geschichtete Cuticula mit den gewöhnlichen, senkrecht stehenden Kanälen, unter ihr erscheint eine ossifizirte, epithelartige Zellenlage, wobei die verkalkten Zellen, resp. die übrig gebliebenen Lumina derselben den Knochenkörperchen der Wirbelthiere aufs Haar ähnlich sehen. Zugleich mit den „Knochenkörperchen" trifft man in Abständen und oft durch grosse Strecken von einander getrennt seltsame, nach der Fläche verästelte Hohlräume mit zahlreichen, blindgeendigten Ausläufern.

Haut der Anneliden: m. Aufs. über *Piscicola*, Zeitschr. für wiss. Z. Bd. 1., über Hautflimmerung der Anneliden: m. Bemerkungen in Müll. Arch. 1854 S. 313.

Haut der Nematoden (*Mermis*, *Gordius*): die Arbeiten *Meissner's* in Zeitschr. f. w. Z. 1854 und 1855 mit überaus schönen Abbildungen. — *Meissner* hat auch von der *Taenia* des *Arion* gemeldet, dass die Saugnäpfe einen eigenthümlich feinhaarigen, wie pelzigen Ueberzug besitzen. Ganz ähnliche Haftplatten kenne ich von verschiedenen Caligusarten, wo vorn am Kopfschild, an der untern Seite rechts und links, eine rundliche Excavation sich findet, die mit äusserst dichtstehenden feinen Härchen besetzt ist, nur streifen sie sich nicht so leicht ab, als wie bei *Taenia*, wo sie nach *Meissner* nur locker befestigt sind. — Einen Durchschnitt der Haut, sowie genauere Beschreibung derselben von *Polystomum appendiculatum* hat *Thaer* in Müll. Arch. 1850 gegeben.

Histologisches Detail über die Nesselorgane der Siphonophoren, namentlich in der Arbeit *Gegenbaur's* in Zeitschr. f. w. Z. 1854. — Die eigenthümlich gestalteten Haare der *Beroe* und *Cydippe* hat *Wagener* Müll. Arch. 1847 beschrieben. — Bemerkungen über den Bau der Hydren Müll. Arch. 1854, Analyse des Polypenstockes in den Recherches sur les Polypiers Annal. d. sc. natur. T. IX—XIV.

Von den bald regelmässigen, bald polymorphen Kalkkörpern in der Haut der Holothurien haben *Frey* (über die Bedeckungen wirbelloser Thiere) *Koren* (Froriep's n. Notiz. Bd. 35 von *Thyone fusus*) einzelne Formen beschrieben, viele sind in den Abhandlungen v. *J. Müller* über d. Echinodermen abgebildet.

Vierter Abschnitt.

Vom Muskelsystem des Menschen.

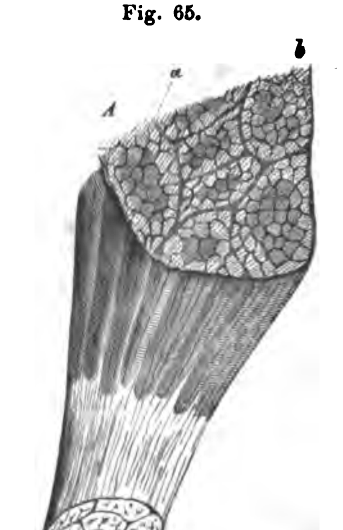
§. 129.

Die Stammmuskulatur, welche aus einer Sonderung des mittleren Keimblattes hervorgeht, umfasst die aktiven Bewegungswerkzeuge, das Fleisch, jene weichen röthlichen Organe, welche unter der Haut liegend hauptsächlich über das Knochengerüst hingespannt sind.

Man unterscheidet an jedem Muskel die eigentlich contraktilen Elemente — die quergestreifte Substanz — und zweitens das Bindegewebe, welches zur Verknüpfung und Befestigung der spezifischen Muskeltheile in Form von Hüllen und mancherlei Hilfsorganen dient.

Der fleischige Theil eines Muskels oder sein Bauch besteht daher aus Aggregationen der oben (siehe Muskelgewebe) beschriebenen Muskelprimitivcylinder. Das Sarcolemma erscheint als jene erste bindegewebige Hülle, welche die kleinste Anzahl von primitiven Cylindern zusammenhält, und der herkömmlichen Bezeichnungsweise nach erklärt man das Sarcolemma sammt Inhalt für einen Primitivbündel. Indem dann mehrere solcher Bündel von einer stärkeren Bindegewebsscheide umschlossen werden, entstehen sekundäre Faszikel und durch Wiederholen dieses Vorganges in grösserem Maassstabe tertiäre und so fort Bündel, bis zuletzt der Muskel im Ganzen zu Stande kommt, dessen Oberfläche noch von einer festen Bindegewebshülle bekleidet ist.

Fig. 65.



Muskel und Sehne, geringe Vergrösserung.
A Querschnitt des Muskels, a Perimysium, b sog. Primitivbündel.
B Querschnitt der Sehne, c das lockere Bindegewebe, d die feste Bindesubstanz mit dem durschschnittenen Lückensystem.

Perimysium.

Man hat für das Bindegewebe des Muskels verschiedene Benennungen eingeführt; man bezeichnet die zuletzt erwähnte stärkere Bindegewebsschicht, welche der Oberfläche des ganzen Muskels angehört und meist zahlreiche elastische Fasern eingewebt enthält, als *Vagina muscularis* oder auch als *Perimysium externum*; die Fortsätze oder Septa, welche von der *Vagina muscularis* ins Innere des Muskels abgeschickt werden zur Abgrenzung und Umschliessung der kleineren Faszikel, tragen den Namen *Perimysium internum* und die letzten schlauchartigen Abtheilungen des Bindegewebes im Inneren des Muskels werden von dem *Sarcolemma* vorgestellt.

Das Bindegewebe des Muskels kann auch mehr oder minder zahlreiche Fettbläschen enthalten und ist der ausschliessliche Träger der Blutgefässe und Nerven des Muskels.

Gefässe und Nerven.

Die in den Muskel eingetretenen Gefässe verzweigen sich erst baumförmig, dann lösen sie sich in ein feines Capillarnetz auf, das aus länglichen und etwas unregelmässigen Maschen besteht und die Primitivbündel umflicht. Nie aber dringt ein Capillargefäss über das Sarcolemma hinaus und zwischen die contraktilen Theilchen ein, sondern es bleibt genau im Bereich der bindegewebigen Hüllen.

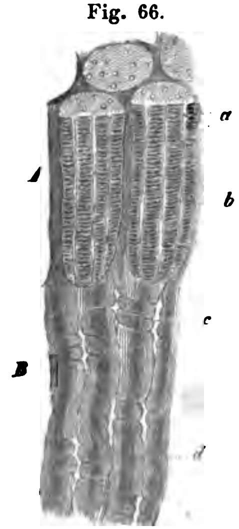
Die Nerven der Muskeln bilden zwischen den Bündeln durch Verflechtung ihrer Fasern s. g. *Plexus*, zuletzt enden die Primitivfasern nach vorausgegangener, oft sehr häufiger Theilung fein zugespitzt, indem sie sich, wie es scheint, an dem Sarcolemma verlieren.

§. 130.

Die Sehnen und ihre Verbindung mit der Muskelsubstanz.

Fragt man darnach, in welcher Weise die Verbindung zwischen Muskelsubstanz und Sehne vermittelt wird, so wird man schon durch theoretische Gründe, aus der Betrachtung nämlich, dass die contraktilen Fleischtheilchen in mikroskopischen, chemischen und Lebenseigenschaften total differiren von dem einhüllenden Bindegewebe, zu der Ansicht hingeführt, dass ein direkter Uebergang von dem Inhalte eines Sarcolemmaschlauches in die aus Bindesubstanz bestehende Sehne unwahrscheinlich sei. Die Untersuchung belehrt auch, dass nur das Sarcolemma und Perimysium in Continuität mit der Sehne steht, dass aber

Fig. 66.



Längsschnitt durch Sehne und Muskelsubstanz, an ihrer Verbindungsstelle. (Starke Vergr.)
A Muskelprimitivbündel, a die Grenzlinien der die quergestreifte Masse zusammensetzenden Primitivcylinder, b das Sarcolemma.
B Sehne, c die Bindegewebskörperchen, d die streifige Grundmasse, welche continuirlich in das Sarcolemma sich fortsetzt.

die contraktilen Fleischtheilchen im blinden Ende des Sarcolemmaschlauches für sich aufhören.

Die Sehnen selber, bald mehr von cylindrischer, strangartiger (*Tendines*), bald von mehr platter, hautförmiger Gestalt (*Aponeuroses*), bestehen aus fester Bindesubstanz, die durch ein von der äusseren mehr lockeren Hülle eindringendes Bindegewebe in grössere und kleinere bündelartige Abtheilungen zerfällt. In diesen Scheidewänden verlaufen die ohnehin sehr sparsamen Blutgefässe der Sehnen und mit ihnen sehr selten einmal ein begleitender Nerv. Die feste Bindesubstanz der Sehnen wird nur durchbrochen von einem feinen Kanal- oder Lückennetz, den s. g. Bindegewebskörperchen, welche in regelmässigen Abständen ihre Hauptrichtung mit dem Längsdurchmesser der Sehne gemein haben und sich durch zahlreiche Ausläufer untereinander verbinden. Wo die Sehnen sich an Knochen ansetzen, können statt der strahligen Bindegewebskörperchen reihenweise gelagerte rundliche Zellen auftreten.

Bezüglich der anderen Hilfsorgane der Muskeln mag erwähnt werden, dass die Fascien, wenn sie weiss und glänzend sind, wie die Sehnen sich im Bau verhalten; haben sie ein mehr gelbliches Aussehen, so besitzen sie zahlreiche elastische Fasern. Von den Schleimscheiden und Schleimbeuteln, die gemeinhin als synoviale Säcke gelten, ist es noch nicht, wenigstens nicht für die ersteren, ausgemacht, ob sie nach innen immer von einer eigenen Haut begrenzt werden und ein besonderes Epithel haben; sie scheinen mitunter blosse Räume im Bindegewebe zu sein, gefüllt mit etwas zäher, klebriger Flüssigkeit.

§. 131.

Physiologisches.

Die physiologischen Untersuchungen der neueren Zeit, welche darauf ausgehen, der Natur des Muskels näher zu kommen, betreffen vorzüglich die elektrischen Strömungen in den Muskeln. Es ist durch *du Bois Reymond* nachgewiesen worden, dass jeder Muskelfaszikel, ja jedes Stück eines Primitivbündels einen elektrisehen Strom zwischen verschiedenen Punkten, namentlich des Querschnittes und der Seitenfläche zeigt und dass diese Strömung im Augenblicke der Zusammenziehung des Fleisches jedesmal eine Unterbrechung erleidet.

Die alte Frage nach der Abhängigkeit der Muskelzusammenziehung von den Nervenfasern oder ob die Muskeln auch ohne vorhergegangene Erregung der Nervenfasern zur Verkürzung gebracht werden können, wird noch immer herüber und hinüber besprochen, doch glaubt in neuester Zeit *Eckhard* (Beiträge z. Anatom. u. Physiol.) zu dem Ergebniss gelangt zu sein, dass die *Haller*'sche Irritabilitätslehre eine „abgethanene Sache" sei. — Auch für das Zustandekommen der Todtenstarre ist noch keine Erklärung gefunden worden, die allgemein befriedigt hätte. Wie sich *E. Weber*, *Brücke*, *Brown Séquard* u. a. die Erscheinung deuten, lehrt jedes Compendium der Physiologie.

Das Verhältniss, in welchem an einem Muskel im Ganzen die Bindesubstanz und die contraktile Materie zu einander stehen, hat bereits 1728 *Prochaska* einfach und richtig dargelegt. Die Muskeln seien durch häutige Scheidewände, Fortsetzungen der Zellhautscheide in *Fasciculi* und *Lacerti*, diese aber auf dieselbe Weise in kleinere Bündel und so fort bis zum letzten Bündel getheilt, die ebenfalls noch jeder eine Zellhautscheide haben, dasselbe was wir jetzt Sarcolemma heissen.

In dem Bindegewebe mancher Muskeln werden hie und da Ossifikationen angetroffen; bekannt sind als solche der sog. Exercirknochen, eine Verknöcherung im Bindegewebe des Deltamuskels, und der schon mehrmals beobachtete sog. Reiterknochen in der Sehne des *Adductor magnus*.

An den Schleimbeuteln lässt *Henle* das Epithel fehlen, *Reichert* hat an den *Bursae mucosae* bei Hunden, Katzen und Kälbern ein Epithel gefunden, das dem der Gefässstämme ähnlich ist.

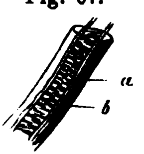
Fünfter Abschnitt.

Vom Muskelsystem der Thiere.

§. 132.

Nachdem oben über die Eigenschaften des Muskelgewebes im Allgemeinen gehandelt wurde, so sei jetzt weiter ausgeführt, wie in den einzelnen Thiergruppen dieses Gewebe Modifikationen erfährt. Jene kleinsten Thierformen (viele Infusorien), deren Bau wir mit unseren Mikroskopen nicht weiter oder nur höchst mangelhaft verfolgen können und welche desswegen eben nur den Eindruck von homogengallertartigen, belebten Körpern machen, lassen selbstverständlich vor der Hand keine vom übrigen Körperparenchym abgegrenzte kontraktile Substanz wahrnehmen. An manchen grösseren Infusorien vermag man hingegen von Muskeln zu reden. Es wurde oben bereits, als die „Einzelligkeit“ der Infusorien angefochten wurde, auf den Streifen kontraktiler Substanz im Stiel der Vorticellinen hingewiesen,

Fig. 67.



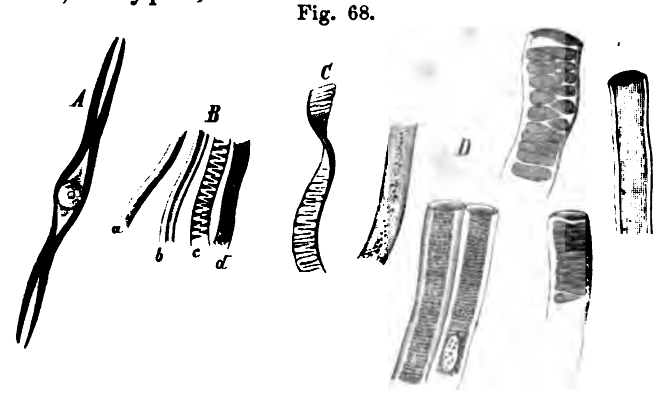
Stiel einer Vorticelle.
a Cuticula, b der Muskel mit seiner zarten Hülle. (Starke Vergr.)

der sich so gut als Muskel legitimirt, wie die contraktilen Fasern der Turbellarien, der Rotatorien u. a. Wo er einige Dicke hat, besitzt er eine zarte Hülle und die contraktile Substanz zeigt eine Sonderung von keilförmig in einander geschobenen „Primitivtheilchen“, er wird

rein homogen, wo er dünn ausläuft. Diese Art Muskel ist sehr verbreitet bei wirbellosen Thieren, sie findet sich bei Turbellarien, Rotatorien, Helminthen u. a.

Eine Weiterbildung der vorhergehenden Muskelfasern besteht darin, dass der Muskelcylinder, der auch mehr oder minder abgeplattet sein kann (sehr platt z. B. in Lumbricinen, *Eunice* u. a.) breiter und schärfer, gewissermaassen fester wird, sonst aber die wesentlichen Eigenschaften beibehält, d. h. aus Hülle, homogenem oder in Partikeln differenzirten Inhalt zusammengesetzt ist (Mollusken, Echinodermen, Polypen).

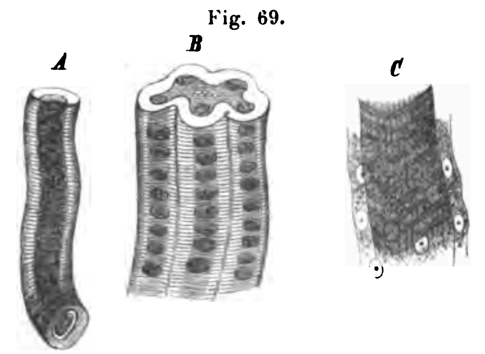
Fig. 68.



Muskelfasern von Würmern, Mollusken, Strahlthieren.
A von Nais (zwischen Darm und Haut), B aus Planaria, a rein homogen, b mit Rinden- und Achsensubstanz, c mit einer Art quergestreifter Zeichnung, d vollständig fein gekörnelt, C von Eunice, D von Sepiola, Holothuria und Echinus. (Starke Vergr.)

Eine höhere Stufe der Sonderung haben die Muskeln dann erreicht, wenn der Cylinder, abgesehen von seiner zarten Hülle, eine Scheidung in Rinde und Marksubstanz aufzeigt, wobei abermals die

Fig. 69.



Muskeln von Arthropoden.
A sog. Primitivbündel von einem Insekt (aus dem Kopfe der rothen Ameise), B Primitivbündel von einer Spinne, C Primitivbündel von Argulus foliaceus. (Starke Vergr.)

Modifikation eintreten kann, dass die Rinde hell, homogen, die Achsensubstanz körnig ist, oder die erstere allein oder Rinde und Achse zugleich in primitive Fleischtheilchen zerfallen sind (Muskeln von Hirudineen, Mollusken). Das Aussehen des Cylinders nähert sich dadurch immer mehr der „quergestreiften“ Form, welche ihre Vollendung in den Muskeln der Salpen, Arthropoden und Wirbelthiere erlangt, wo die contraktile Substanz in ihrer Gesammtheit zu sehr regelmässig gestellten „Fleischtheilchen“ sich umgesetzt hat.

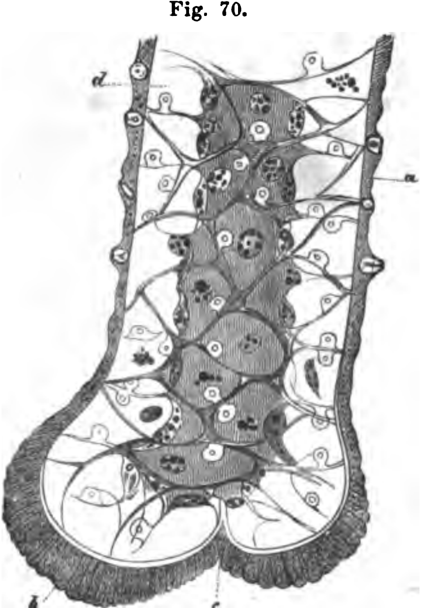
§. 133.

Man darf übrigens nicht aus den Augen verlieren, dass die gekennzeichneten Muskelcylinder kaum bestimmten Thiergruppen ausschliesslich zukommen, sondern die verschiedenen Abänderungen können in einem und demselben Thier angebracht sein. Man trifft bei Echinodermen (*Holothuria, Synapta, Echinus, Asterias* u. a.) sowohl rein homogene Muskelcylinder, von zarter Hülle umgeben, oder sie sind in keilartige Stücke gesondert, die dicht in einander geschoben das Bild einem echt quergestreiften sehr ähnlich machen können. Bei Mollusken giebt es rein homogene Cylinder (oder auch Bänder), ferner solche mit Sonderung in Rinde und Marksubstanz; letztere erscheint körnig und die Körnchen mitunter so regelmässig gelagert, dass man lebhaft an Querstreifung erinnert wird und in gewissen Organen (Schlundkopf mancher Gasteropoden, Kiemenherzen der Cephalopoden z. B.) sind genuin quergestreifte Muskeln daraus geworden. Aehnliche Abstufungen begegnen uns auch bei den Anneliden. Unter den Rotatorien haben einige Arten (*Euchlanis triquetra, Pterodina patina*, *Scaridium longicaudum, Polyarthra, Notommata Sieboldii* u. a.) quergestreifte Muskeln, obschon die einfacheren Cylinder die häufigeren sind. Bezüglich der Helminthen wird angegeben, dass ihre Muskeln nie quergestreift wären, und allerdings erreichen sie wohl nur in sehr seltenen Fällen die höchste Differenzirung, denn meist sind sie homogene Cylinder oder Bänder, die bei einiger Breite eine Scheidung in helle Rinde und leicht getrübtes Mark zeigen. Doch kenne ich ein Beispiel von echt quergestreifter Muskulatur auch aus dieser Abtheilung. Es ist der glockenförmige Uterus von *Echinorhynchus*, dessen Wand (bei *E. nodulosus*) mit dicker quergestreifter Muskulatur versehen sich zeigt, worin auch die längst bekannten so lebhaften peristaltischen Bewegnngen dieses Organes ihre Erklärung finden. Die Krebse, Spinnen und Insekten stimmen darin überein, dass ihre Muskeln allerorts quer gestreift sind, wobei zu beachten ist, dass die Muskeln hier gewöhnlich in ihrem Innern einen gewissen embryonalen Charakter beibehalten. Die Primitivbündel besitzen einen centralen hellen Kanal, in welchem Kerne eine dichte Säule bilden; bei Spinnen beobachtet man neben den gewöhnlichen Primitivbündeln mit einer einzigen Kernreihe in der Achse solche, die fünf, sechs und mehre dergleichen aus Kernen gebildete Centralstränge aufweisen und, wie

die Betrachtung des Querschnittes lehrt, aus der Verschmelzung mehrer Bündel hervorgegangen sind. Da die Muskelcylinder metamorphosirte Zellen vorstellen, so können überhaupt von den ursprünglichen Zellenkernen mehr oder weniger deutliche Reste, selbst Kerne in ganz unverändertem Zustande an den Muskeln zurückbleiben.

Eine eigene Stellung nimmt die Muskulatur der Hydren ein, indem die Muskelzellen in der Blasenform verharren, ein klarer wandständiger Kern immer vorhanden ist und die contraktile Substanz einen wasserklaren Zelleninhalt bildet.

Fig. 70.



Fuss einer Hydra, der Fokus ist auf das kontraktile Gewebe eingestellt. a die Haut mit einzelnen Nesselorganen, b die Hautzellen der Fussscheibe, c die Oeffnung in der Fussscheibe, d die kontraktilen Zellen. (Starke Vergr.)

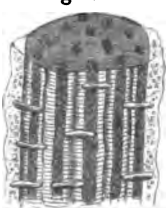
§. 134.

Vereinigung der Muskelcylinder zu grösseren Massen.

Die Muskelcylinder verlaufen entweder einzeln für sich oder sie erscheinen, wo eine stärkere Kraftäusserung erforderlich ist, einer an den andern gereiht ohne Aufgebung ihrer Selbstständigkeit, und für diese Fälle muss die zarte Hülle des Cylinders von der ursprünglichen Muskelzelle abgeleitet werden. Eine Muskelfaser entspricht einer einzigen verlängerten Zelle. Wo es darauf ankommt, die Muskelzüge mehr für eine bestimmte Richtung zu isoliren, werden die primitiven Cylinder unter Beihülfe von Bindesubstanz partieenweise zusammengehalten und von einander abgeschieden, bei den einfachen (nicht echt quergestreiften) Cylindern behalten diese dabei ihre Selbstständigkeit, die quergestreiften Cylinder der Arthropoden und Wirbelthiere indessen verschmelzen dabei gewöhnlich zu einer neuen

histologischen Einheit, dem sog. Primitivbündel, und die bindegewebige Scheide, welche eine solche Gruppe von Muskelcylindern zusammenschliesst, trägt den Namen Sarcolemma. Bestimmte Muskelgruppen haben bei allen Wirbelthieren dünnere Primitivbündel, als sie sonst am Körper vorkommen, dahin gehören besonders die Augenmuskeln, deren Primitivbündel bei Säugern, Vögeln, Reptilien und Fischen schmäler sind als die Muskeln des Stammes. Wenn, wie bei Arthropoden und Wirbelthieren die Cylinder vollständig sich in die „Fleischtheilchen“ umgesetzt haben, ist auch meist jedes Zeichen einer Aggregirung von primitiven Cylindern abhanden gekommen und nur auf dem Querschnitt getrockneter und wieder erweichter sog. Primitivbündel deuten die oben (s. Muskelgewebe) besprochenen kanalartigen Lücken, die nach der Länge des Bündels die quergestreifte Substanz durchziehen, auf die Zusammensetzung, mit anderen Worten, sekundäre Natur des sog. Primitivbündels zurück. Doch kennen wir auch quergestreifte Muskeln, wo die primitiven Cylinder innerhalb des Sarcolemma ihre Selbständigkeit aufrecht erhalten haben; Beispiele hiezu bietet die Muskulatur unter der Seitenlinie vieler Fische, die schon auf dem Querschnitte des Fisches durch ihre dunklere Farbe von den übrigen Muskeln absticht und von anderen Zootomen für Drüsen angesehen wurde; ferner die Muskeln am Spritzloch der Plagiostomen, die Augenmuskeln der Hausmaus, des Frosches (hier zugleich mit gewöhnlichen hellen Bündeln vorkommend). Es zeigen dabei häufig noch die Cylinder selbst ihre Scheidung in Rinde und Mark, bei *Hexanchus griseus* füllen Fettkörnchenreihen die Achse des Cylinders aus.

Fig. 71.



Primitivbündel von der Seitenlinie des Barsches. (Starke Vergr.)

§. 135.

Farbe der Muskeln.

Die Farbe der Muskelsubstanz ist nicht überall die gleiche, im Allgemeinen ist die Muskulatur bei Wirbellosen hell, farblos, doch giebt es Ausnahmen, so sind z. B. die Brustmuskeln von stark fliegenden Insekten gelbbraun, die Muskelsubstanz des Magens von *Aphrodite, Lumbricus* ist gelbroth, die Muskeln der Kauorgane mancher Gasteroden ist röthlich (*Paludina vivip.*) oder hochroth (*Buccinum undatum*). Die Muskulatur der höheren Wirbelthiere (Säuger, Vögel) ist wohl durchweg roth, die der niederen Wirbelthiere (Amphibien, Fische) häufig blass, farblos; roth sehen wir z. B. das Fleisch von *Trygon*

pastinaca, Thynnus, Cobitis fossilis u. a., auch die Muskelschicht unter der Seitenlinie hat sehr gewöhnlich eine braunrothe Färbung, sie ist bedingt durch eine eigenthümliche molekuläre Trübung und Ablagerung von Fettpünktchen in die quergestreifte Substanz; sonst sind die Muskeln roth durch einen diffusen Farbstoff, der leicht durch Wasser ausgezogen wird. Die Muskeln können auch eine ausgesprochene weisse Farbe haben, und dies rührt dann von Fettkörnchenreihen her, welche zwischen der contraktilen Substanz sich befinden. Am stärksten sah ich diesen Fettgehalt an *Hexanchus griseus*, wo auch die Muskulatur des Stammes eine lebhafte weisse Farbe darbot. An Embryonen von Haien haben theilweise die Muskeln dieselbe Farbe, da ein gleicher Fettreichthum das Innere der Bündel erfüllt.

§. 136.

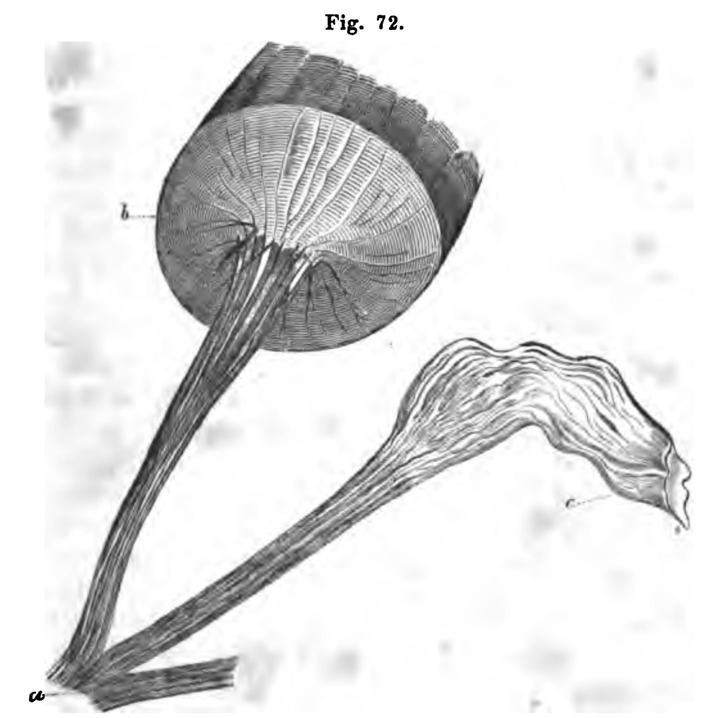
Sarcolemma.

Das helle homogene Sarcolemma geht continuirlich fort in die unter dem Namen *Perimysium* bekannten Bindegewebsscheiden, welche, im Zusammenhange mit der häutigen Umhüllung des ganzen Muskels, letzteren in die verschieden grossen Faszikel sondern. Dieses Bindegewebe finden wir bei manchen Wirbelthieren, z. B. in *Bombinator igneus, Bufo variabilis*, Ansatzende der Augenmuskeln von *Chimaera monstrosa* von durchweg schwärzlichem Aussehen, wobei das Pigment sich zunächst an die im *Perimysium* verzweigten Blutgefässe hält. Auch metallisch glänzendes Pigment kann den Muskelscheiden anhaften; wie man z. B. an den Bauchmuskeln des *Bombinator* sieht. — Dunkel pigmentirte Muskeln stossen hin und wieder auch bei Wirbellosen auf, ich erinnere z. B. an die schwärzlichen Retraktoren der Tentakeln bei *Helix pomatia* u. a. Schnecken. — Bei Krebsen, Spinnen und Insekten ist die Bindesubstanz, welche die contraktilen Elemente partienweise umhüllt, in der Regel zarter als bei den Wirbelthieren, ja in den Thoraxmuskeln vieler Insekten so weich und feinkörnig, jedoch mit den gewöhnlichen Kernen versehen, dass sie, weil nicht hautartig consolidirt, die quergestreiften Cylinder sehr leicht in feinere Säulen auseinander fallen lässt. Wenn Tracheen den Körper durchziehen, umspinnen sie in ganz ähnlicher Art, wie die Blutcapillaren der Wirbelthiere, die kleineren und kleinsten Abtheilungen des Muskels, ohne indessen ebensowenig wie die Blutgefässe zwischen die primitiven Fleischtheilchen einzudringen. Gerade an den Thoraxmuskeln der Insekten, wo ausserdem die Scheidung der Muskeln in „Primitivbündel" schwer sichtbar zu machen wäre, markiren sich durch die Weise der Tracheenverzweigung die den „Primitivbündeln" entsprechenden Portionen der Muskelsubstanz.

An lebenden oder frischen Muskeln der Arthropoden ist das Sarcolemma oft kaum erkennbar; am todten Muskel aber steht es häufig weit ab und zeigt an seiner Innenseite zahlreiche Kerne und Molekularsubstanz. Die Kügelchen der letzteren sind bei den Thoraxmuskeln hell, grösser und sehr zahlreich, so dass die quer-

gestreiften Cylinder (Fibrillen der Autoren) ganz in sie eingebettet sind. Auch die Muskeln unter der Seitenlinie der Fische haben die Eigenthümlichkeit, dass zunächst der inneren Fläche des Sarcolemma viel Molekularmasse liegt, und ferner, dass die zahlreichen hier befindlichen Kerne alle quergelagert sich zeigen. Verhältnissmässig leichter als bei Wirbelthieren ist, wie uns zuerst *Reichert* belehrt hat, der continuirliche Uebergang des Sarcolemma in die Sehnen bei Arthropoden wahrzunehmen. Die Sehnen sind hier nicht selten gleich der äusseren Haut chitinisirt, und da man letztere irrthümlich zu dem Horngewebe gezählt hat, so konnte sich die sonderbare Angabe einschleichen, dass den Sehnen der Wirbelthiere vollständig entsprechende Gebilde bei den Gliederfüsslern nicht existiren. Man hat indessen häufig Gelegenheit, an den verschiedensten Arthropoden die Sache genau so zu sehen, wie *Reichert* geschildert hat: die Sehnen (chitinisirte Bindesubstanz), entfalten sich gegen die Muskeln hin zu cylindrisch gestalteten Schläuchen, welche, indem sie die quergestreifte Masse als Inhalt umschliessen, das Sarcolemma darstellen.

Fig. 72.



Muskeln von Ixodes.

a die chitinisirte Sehne, welche sich theilt und, zarter geworden, das schlauchförmige Sarcolemma bildet, in b ist letzteres noch erfüllt von der quergestreiften Muskelsubstanz, während in c die Muskeltheilchen herausgefallen sind und das leere Sarcolemma als unmittelbare Fortsetzung der Sehne erkannt wird. (Starke Vergr.)

§. 137.

Sehnen.

Beim Menschen ossifiziren nur in den Sehnen einiger Muskeln kleinere Partien, welche zu den Sesambeinchen werden. Mehre Säugethiere (Cameel, Lama, Igel) haben Verknöcherungen im sehnigen Theil des Zwerchfells, beim Igel sollen sie mehr im fleischigen liegen. Auch bei Amphibien z. B. in der Sehne des gemeinschaftlichen Fingerbeugers von *Bufo maculiventris* findet sich ein Sesamknorpel, in dessen hyaline Grundsubstanz zum Theil netzförmige Kalkablagerungen Statt gefunden haben. Die langen Sehnen an den Flügeln und Füssen der Vögel, ebenso die der Rückenmuskeln, haben das eigene, dass sie gern verknöchern und sich damit zu ansehnlichen, dünnen Knochenstäben umwandeln. Endlich bei Fischen, (Teleostiern) ossifiziren viele Streifen des Perimysiums in den Seiten- und Rückenmuskeln und sind unter dem Namen Fleischgräthen bekannt.

Die Muskelfascien sind gewöhnlich reich an elastischen Fasern. Beim Pferd wird die ganze *Fascia superficialis abdominis* durch eine Schicht elastischen Gewebes ersetzt (*Gurlt*).

Die Sehnen sind sehr arm an Nerven, doch sind solche in der *Pars tendinea* des Zwerchfells vom Meerschweinchen beschrieben worden (*Pappenheim*). Bei allen Vögeln findet sich ferner in dem zweiköpfigen Nackenmuskel mitten in der Sehnensubstanz ein Nerv, welcher auf seinem Durchgang kleine Zweigelchen abgiebt (*Purkinje*).

Chitinisirung der Muskeln.

Noch verdient herausgehoben zu werden, dass bei einigen Wirbellosen auch Muskelcylinder chitinisiren oder, wie man es gewöhnlich ausdrückt, verhornen können. Von dieser Art sind die Endstücke jener Muskelcylinder, welche bei den Gasteropoden an das gleichfalls chitinisirte *Operculum* an der Rückenseite des Fusses sich ansetzen (z. B. bei *Paludina vivipara*). Ferner besteht der sog. Bart oder Byssus, mit welchem sich manche Bivalven an feste Gegenstände festspinnen, aus chitinisirten Muskelfasern. Schon ältere Naturforscher (*Blainville* z. B.) haben den Byssus als eine Masse vertrockneter Muskelfasern aufgefasst und so seltsam dies auch klingen mag, an *Arca*, *Pinna* u. a. glaube ich mich überzeugt zu haben, dass die noch contraktilen Muskelcylinder des Fusses in die starren, chitinisirten Elemente des Byssus continuirlich übergingen.

§. 138.

Physiologisches.

In offenbarer Weise hängt die Schnelligkeit und Langsamkeit der Bewegung von dem Grade der histologischen Sonderung des Muskelcylinders ab. Thiere mit einfachen Fasern bewegen sich langsamer, Mollusken z. B., und nur die Theile ihres Körpers, deren Muskelcylinder sich dem quergestreiften Zustande nähern, wie z. B. an den Kauorganen, zeichnen sich durch kräftigere Contraktionen aus. Es übertreffen daher die mit echt quergestreifter Muskulatur versehenen Arthropoden die anderen Wirbellosen an Präcision und Energie der Bewegungen.

Ob die Muskelfasern durch bindegewebige Umhüllungen in besonders scharfe Abtheilungen zu zerfallen haben, richtet sich nach der Manchfaltigkeit der Bewegungen, welche das Thier auszuführen hat; wir wissen so, dass die Individualisirung der Muskelkörper bei den höhren Reptilien, Vögeln und Säugern schärfer ausgeprägt ist, als bei Fischen und fischartigen Amphibien, und selbst noch den in mancher Hinsicht an die Fische erinnernden Cetaceen.

Ueber die histologische Zusammensetzung der Süsswasserpolypen hatte *Ecker* die Ansicht aufgestellt, dass der ganze Körper der Hydren aus einer gleichförmigen, theils klaren, theils körnigen, weichen, dehnbaren, elastischen und kontraktilen Substanz bestehe, die netzförmig durchbrochen sei und in den Hohlräumen eine mehr oder minder klare Flüssigkeit enthalte. Entgegen dieser Auffassung habe ich nachgewiesen, dass unsre Hydren aus Zellen und Zellenderivaten zusammengesetzt sind und dass in Betreff des contraktilen Gewebes die Muskelzellen grosse, kuglige Zellen bleiben und ihr wasserheller contraktiler Inhalt sich nicht weiter differenzirt. Uebrigens sind, wie ich jetzt aus *Leuckarts* Jahresbericht im Arch. f. Naturgesch. XX. Jahrg. 2. Bd. erfahre, auch andere Forscher zu ähnlichen Resultaten gekommen.

Was den Stielmuskel der Vorticellinen anbetrifft, so lehnen sich zwar verschiedene Beobachter, *Ecker*, *Kölliker*, auch *Stein*, gegen diese Bezeichnung auf; sie wollen an diesem Achsenfaden kein charakteristisches Merkmal der Muskelsubstanz wahrgenommen haben; ich bedaure, hier ebenso bestimmt widersprechen zu müssen, als es bezüglich der Rotatorien, Tardigraden und Insektenlarven geschehen durfte. Der beanstandete Muskel hat, wie oben gemeldet, dieselbe Beschaffenheit und Differenzirung wie die Muskeln vieler niedern Wirbellosen. Auch *Lachmann* glaubt ihn „unbedenklich Stielmuskel nennen zu dürfen“, und bemerkt, „dass er nicht vollkommen strukturlos ist-“ Die mannichfachen Mittelstufen, welche zwischen dem rein homogenen und dem echt quergestreiften Muskelcylinder liegen, haben die sehr differenten Angaben über die Natur der Muskeln bei Würmern, Mollusken und Strahlthieren hervorgerufen, indem der Eine Querstreifung erblickt zu haben angiebt, wo der Andere glatte Muskeln sah. An Echinodermen z. B. sahen *R. Wagner*, *Joh. Müller*, *v. Siebold* keine Querstreifen, *Valentin* bemerkte an gewissen Stellen Querstreifen, letzterer schrieb auch den Blutegeln, Regenwürmern und Cephalopoden „variköse“ Muskeln zu, während sie nach *Treviranus*, *Wagner* u. A. da fehlen. Die Muskeln der Bryozoen werden von *Milne Edwards*, *Allmann* quergestreift genannt, wovon *Nordmann* und *Siebold* das Gegentheil behaupten oder nur von Querrunzeln sprechen und doch ist, wie ich aus eigner Beobachtung an *Alcyonella* und *Plumatella* weiss, der Muskelcylinder hier klar in primitive Theilchen gesondert, so dass sein Bild der echten Querstreifung sehr nahe tritt. Da einer unserer bedeutendsten Zoologen, *Burmeister*, noch jüngst seine Zweifel ausgesprochen hat, ob die Polypen echte Muskelfasern besitzen, indem er meint, es möchte das, was man als solche beschrieben, „parallel streifiges Bindegewebe“ gewesen sein, so führe ich noch an, dass ich an frisch untersuchten Thieren der Gattung *Lobularia* Muskeln wahrgenommen habe ganz von jenen Eigenschaften, welche für ihre Muskelnatur Zeugniss ablegen. (Bezüglich der Abbildungen von Muskeln aus Würmern, Strahlthieren, Mollusken, Rotatorien, Arthropoden erlaube ich mir, auf m. Aufsätze in der Zeitschr. f. w. Z. und in Müll. Arch. zu verweisen.) — Die Spinnen, Krebse und Insekten besitzen, soweit ich nach meiner Erfahrung urtheilen kann, nur quergestreifte Muskeln, was desshalb erwähnt wird, weil nach *Frey* und *Leuckart* bei „kleinen Insekten“ die Muskeln glatt seien. Auch an der Muskellage, welche die Giftdrüsen der Spinnen umwickelt und nach *v. Sie-*

bold und *H. Meckel* zum Theil glatt ist, habe ich (und insbesondere bei *Epeira, Clubiona, Mygale, Argyroneta*) nach Anwendung von Alkohol die Querstreifung gesehen.

Dass die Thoraxmuskeln bei den Insekten von den übrigen Muskeln derselben abweichen, ist schon lange her bekannt, neuerdings hat namentlich *Aubert* darüber gehandelt; die Muskelcylinder können hier auch von platter Gestalt sein (Libellen z. B.); die „zwischen den Fibrillen befindliche krümelige Masse von unbekannter Bedeutung" findet, wie ich die Sache ansehe, ihr Analogon in der Molekularmasse, welche bei Fischen in den Muskeln der Seitenlinie unter dem Sarcolemma angehäuft ist, oder auch in den Fettkörnchenreihen zwischen der contraktilen Substanz. — Aus den quergestreiften Muskeln der Ratten und Mäuse kennt man seit längerem durch *Miescher* und *v. Siebold* parasitische Gebilde, die den Pseudonavicellen oder Psorospermien ähnlich sehen. Verwandte Parasiten finden sich auch in den Muskeln der Spinnen (Müll. Arch. 1855 S. 397).

Sechster Abschnitt.

Vom Skelet des Menschen.

§. 139.

Das Knochensystem umfasst die Knochen oder Beine, welche durch Knorpel, Bänder und Gelenkkapseln zu einem zusammenhängenden Ganzen verbunden sind, durch ihre Festigkeit und Härte, den eigentlichen Stützapparat des menschlichen Körpers bilden, und ihm den Hauptumriss und die Grundform geben.

Physikalische und chemische Eigenschaften.

Die Knochen sind sehr wenig elastisch, undurchsichtig und von weisslicher Farbe. Sie zeichnen sich aus durch grosse Widerstandsfähigkeit gegen die Verwesung. Diese Eigenschaften resultiren aus ihrer eigenthümlichen chemischen Zusammensetzung, indem sie sowohl aus einem organischen, wie unorganischen Theile bestehen. Erstrer oder der Knochenknorpel ist leimgebende Bindesubstanz, die unorganischen Theile oder die Knochenerde enthalten hauptsächlich phosphorsaure und kohlensaure Kalkerde nebst einer geringen Menge von kohlensaurer oder phosphorsaurer Magnesia und Spuren von Fluorcalcium. Man kann beiderlei Bestandtheile, die organischen wie unorganischen von einander trennen, ohne dass der Knochen seine Gestalt einzubüssen braucht; den Knochenknorpel stellt man dar durch Maceration des Knochens in verdünnter Salz- oder Salpetersäure, die erdigen Theile erhalten wir durch Glühen des Knochens.

§. 140.

Struktur.

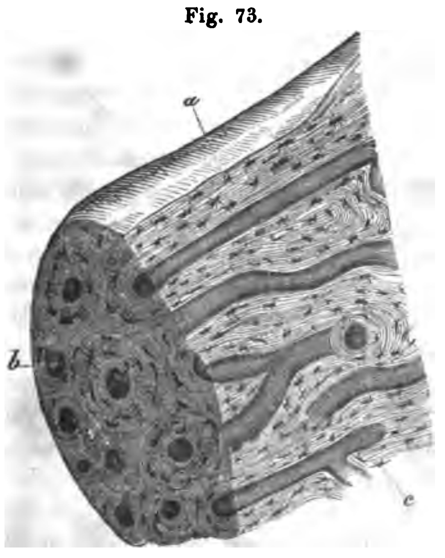
Was den Bau der Knochen betrifft, so erscheint die Substanz derselben für das freie Auge entweder mehr homogen, solid, oder von grösseren oder kleineren Hohlräumen durchbrochen, und darnach spricht man von compakter und von schwammiger Knochensubstanz, nach

früherem Ausdruck von *Substantia dura* und *Substantia spongiosa.* Man bezeichnet letztere auch wohl, wenn die Lücken grösser sind, als *Substantia cellularis,* und wenn die Räume kleiner sind, als *Substantia reticularis.* Es ist nun im Hinblick auf den feineren Bau nicht ausser Acht zu lassen, dass mikroskopisch am Knochengewebe dasselbe gesehen wird, was makroskopisch am Grossen und Ganzen sichtbar ist; das Knochengewebe zeigt, wie das früher erörtert wurde, eine geschichtete lamellöse Grundsubstanz und ein System grösserer und kleinerer Lücken, die eigne Benennungen führen. Die grösseren heissen Markkanäle, Gefäss- oder Havers'sche Kanäle, die kleineren sind die sog. Knochenkörperchen. Alle diese mikroskopisch kleinen Hohlräume sind aber die direkten Fortsetzungen der grossen, dem unbewaffneten Auge zugänglichen Markräume.

§. 141.

Die compakte Knochensubstanz bildet bei allen Knochen die Rinde, in nur sehr seltenen Fällen, wie z. B. an der *Lamina papyracea ossis ethmoidei,* an den Gehörknöchelchen besitzt sie bloss die kleinsten Hohlräume, die Knochenkörperchen und nicht einmal Gefässkanäle. Solche Fälle abgerechnet erscheint es als Regel, dass nur die compakte Knochensubstanz Gefässkanäle aufweist, und zwar verlaufen diese in den Röhrenknochen nach der Längenrichtung derselben, in platten Knochen von gewissen Punkten aus büschelförmig oder strahlig. Dadurch, dass die Gefässkanäle sich manchfach theilen und anastomosiren, formen sie ein Netzwerk von meist etwas gestreckten

Fig. 73.



Aus der compakten Substanz eines Röhrenknochen, mässig vergr.
a die Havers'schen Kanäle im Längsschnitt, b dieselben im Querschnitt,
c die Knochenkörperchen.

Maschen. In der schwammigen Substanz sind die Gefässkanäle zu den grossen, dem freien Auge sichtbaren Räumen umgewandelt, und im Innern der Bälkchen und Plättchen finden sich die mikroskopisch kleinsten Hohlräume oder die Knochenkörperchen.

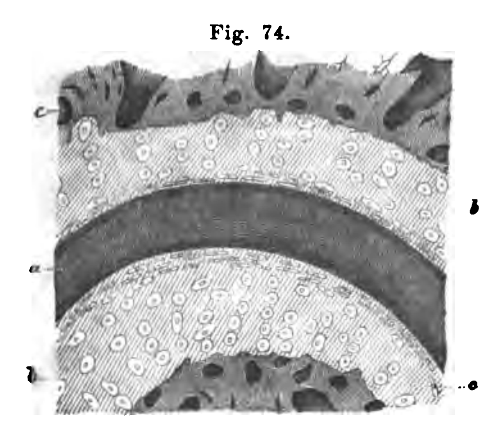
Der Inhalt des die Knochensubstanz durchsetzenden Lückensystemes ist verschieden nach dem Umfang der Räume. Alle die grösseren, von freiem Auge unterscheidbaren Aushöhlungen, sowie die Havers'schen Kanäle schliessen Blutgefässe ein. Sowohl von der Beinhaut her, als auch durch besondere grössere Oeffnungen (*Foramina nutritia*) dringen Arterien in die Knochen ein und lösen sich in den grösseren Hohlräumen und bis in die Havers'schen Kanäle hinein in Netze auf, aus denen sich wieder die Venen hervorbilden. Nehmen die Blutgefässe nicht allen Platz innerhalb der Hohlräume weg, so füllt eine Flüssigkeit, Fett (sowohl frei als auch in Zellen), ferner zellige Elemente sowie Bindesubstanz die Räume aus und constituiren sammt den Gefässen und Nerven, welch' letztere fast in allen Knochen des Skelets nachgewiesen sind, jene für das freie Auge gelbliche oder röthliche weiche Masse, die unter dem Namen Knochenmark (*Medulla ossium*) bekannt ist. Von den zelligen Formelementen des Knochenmarkes werden, seit *Robin* unterschieden: 1) kleine, rundliche Zellen mit fein granulirtem Inhalt und dunkel conturirtem Kern; 2) grosse Zellen von platter, polygonaler oder auch unregelmässiger Form, feinkörnig und mit meheren 6 — 10 Kernen versehen. — Die feinsten Hohlräume im Knochen, die Knochenkörperchen sind lediglich erfüllt mit einer aus den Blutgefässen ausgeschiedenen Ernährungsflüssigkeit.

§. 142.

Verbindung der Knochen.

Wo die Verbindung der Knochen unter einander durch Bänder geschieht, sind solche entweder weiss und glänzend, und bestehen dann hauptsächlich aus Bindegewebe, oder sie haben ein strohgelbes Aussehen und erscheinen dann aus elastischen Netzgeflechten gebildet, (*Ligamentum nuchae*, *Ligamenta flava*) mit einem Minimum von Bindesubstanz dazwischen. Kommt die Verbindung durch Knorpel zu Stande, so kann dazu echter, hyaliner Knorpel dienen (Gelenkknorpel, Rippen) oder Faserknorpel (*Ligamenta intervertebralia*, Synchondrosen). In den Rippen bemerkt man ein Vorwalten der Grundsubstanz über die zelligen Theile; in den Spitzen der untersten Rippen sehen wir nur abgeplattete Knorpelhöhlen, sonst sind an diesem Orte die Zellen gegen die Achse hin in Längsreihen geordnet, welche auf dem Querschnitt strahlig von der Achse zur Peripherie verlaufen (*Mekauer*). Manche histologische Eigenthümlichkeiten machen sich an den Gelenkverbindungen bemerklich. Bei fast allen Gelenken haben die äusseren Schichten der Knochenenden keine Gefässkanäle oder Markräume, sondern deren Stelle vertreten etwas grosse, rundliche oder längliche Knochenkörperchen ohne Ausläufer, also strahlenlose Knochenkörperchen, die sonst im menschlichen Körper nur noch pathologisch

Fig. 74.



Senkrechter Schnitt durch die Gelenkknorpel.
a Gelenkhöhle, b Gelenkknorpel, c Knochensubstanz, die zunächst des Knorpels strahlenlose Knochenkörperchen hat. (Mässige Vergr.)

sich vorzufinden scheinen. In den Knorpelscheiben, welche die Gelenkenden der Knochen überziehen und mit Ausnahme des faserknorpeligen Ueberzuges des Kiefergelenkes (*Henle*) zum Hyalinknorpel gehören, sind die Knorpelzellen in der Tiefe länglich und in senkrechten Reihen zum Knochen gestellt, weiter nach aussen mehr rundlich und ohne auffindbare Ordnung, endlich in der Nähe des Knorpelrandes abgeplattet und mit der Oberfläche in mehren Reihen parallel verlaufend.

Die Synovialkapseln, welche die überknorpelten Gelenkenden mit einander verbinden, bestehen aus Bindegewebe, das zahlreiche Gefässe und Nerven besitzt, die Innenfläche deckt ein Plattenepithel, welches am Rand des Gelenkknorpels aufhört und demnach nicht den ganzen Gelenkraum auskleidet. (*Reichert* hat indessen gezeigt, dass im Fötalzustande des Menschen und der Haussäugethiere an der ganzen inneren Oberfläche der Synovialkapseln ein Epithel sich findet. Auf dem Gelenkknorpel lag dasselbe unmittelbar der Knorpelsubstanz auf. Bei Erwachsenen erhält sich das Epithel nur da, wo es sich der Reibung mehr entziehen kann.) — In die Gelenkhöhle hinein ragen an manchen Stellen röthlich gelbe Fortsätze, früher fälschlich für Synovialdrüsen beschrieben; es sind Falten und Wucherungen der Synovialkapseln nach innen, durchzogen von zahlreichen Blutcapillaren und Fettträubchen; am freien Rande geht das Bindegewebe in zottenartige Verlängerungen der manchfaltigsten Form aus, die den histologischen Charakter von Knorpel an sich tragen: homogene Grundsubstanz und dickwandige Zellen besitzen. Dergleichen Anhänge können, indem sie sich vergrössern und von ihrem Mutterboden trennen, zu sog. Gelenkmäusen werden. — Die Synovia, Gelenkschmiere erscheint als dickliche, helle oder blassgelbliche Flüssigkeit, die im Normalzustand keine geformten Theile enthält. —

§. 143.

Entwicklung der Knochen.

Von den Knochen des menschlichen Skelets entwickeln sich die einen aus einer **knorpeligen Anlage**, die andern aus **Bindegewebe**. Knorpelig vorgebildet sind die Wirbelsäule, die Rippen sammt Brustbein, ferner die Extremitätenknochen und endlich der Basilartheil des Schädels. Aus ossifizirendem Bindegewebe gehen hervor das Schlüsselbein (*Bruch*), die obere Hälfte der Schuppe des Hinterhauptbeins, Scheitelbeine, Stirnbeine, Schuppen der Schläfenbeine sammt Paukenringen und die Gesichtsknochen, Oberkiefer, Unterkiefer, Gaumenbeine, Thränenbeine, Nasenbeine, Jochbeine, Pflugschaar.

Die Knorpel bereiten sich zur Verknöcherung dadurch vor, dass die Knorpelzellen sich vermehren, wobei die neuentstandenen eine eigenthümliche Lagerung, entweder in Längsreihen oder in unregelmässigen Haufen, einhalten. Das nächste, was geschieht ist, dass der bis jetzt gefässlos gewesene Knorpel gefässhaltig wird, indem durch Verschmelzung und Verflüssigung von Zellenreihen Kanäle zu Stande kommen, welche nach verschiedenen Seiten sich ausdehnen und, indem sie sich in hohle Fortsätze verlängern, ein System von ästigen, an vielen Stellen blind aufhörenden Hohlräumen erzeugen. Der zellig-gallertige Inhalt der Knorpelkanäle wandelt sich zu Blutgefässen und den Bestandtheilen des Markes um. Erst jetzt erfolgt die eigentliche Ossification, welche darauf beruht, dass die dem Knochen eigenen Kalksalze in den Knorpel abgesetzt werden. Die Stelle, wo solches zunächst erfolgt, wird hart, weiss und undurchsichtig, und man nennt sie den Verknöcherungspunkt. Die erdigen Theile, zuerst als rundlich-eckige Kalkkrümmeln auftretend, verbinden sich unter einander und mit der Grundsubstanz des Knorpels, die von solchem Vorgang eingeschlossenen Knorpelzellen metamorphosiren sich in der oben (s. Knorpelgewebe) geschilderten Weise zu Knochenkörperchen. — Die kleineren Markräume entstehen durch die Verschmelzung ganzer Gruppen von Knorpelkapseln, und wie bei der Bildung der gefässführenden Knorpelkanäle, so wandelt sich das zellig-weiche Contentum zum Knochenmark um. Die grösseren Markräume werden durch Resorption schon fertigen Knochengewebes zu Stande gebracht. Aus der ursprünglichen Knorpelanlage geht bloss die *Substantia spongiosa* hervor; das **compakte Knochengewebe** wird während des Wachsthums der Knochen durch ossifizirendes Bindegewebe geliefert, welches sich schichtweise unter dem Periost absetzt. Indem diese bindegewebigen Periostwucherungen von Anfang an in netzartig durchbrochene Lamellen ossifiziren, bleibt eine die Maschen ausfüllende, weiche Partie des Bindegewebes übrig, welche sich in Blutgefässe und Markzellen umsetzt; das Lückensystem mit seinem Inhalt entspricht den Havers'schen Kanälen. An den ossifizirenden Theilen werden die strahligen Bindegewebskörperchen zu den verzweigten Knochenkörperchen. — Ebenso ist der Vorgang der Verknöcherung bei jenen Knochen, die uranfänglich aus Bindegewebe ihren Ursprung ableiten

Man darf übrigens nicht vergessen, dass die Trennung zwischen den beiden Ossifikationsarten keine sehr scharfe ist, da eben Knorpel- und Bindegewebe innig verwandt sind und nur Modifikationen eines und desselben Gewebes darstellen.

Das Wachsthum der Knochen in die Dicke erfolgt, wie schon mitgetheilt, durch Ansatz von Bindegewebsschichten an der äusseren Fläche und nachherige Ossifikation derselben. Die Verlängerung der Röhrenknochen geschieht so, dass der Knorpel an den beiden Enden wuchert, worauf die Ossifikation eintritt. Zugleich mit der Anlagerung neuer Knochenschichten von aussen schwinden die innersten fertigen Lagen, und die Folge ist die Entstehung der grossen Markhöhlen. Die Resorption des inneren Knochengewebes scheint selbst dann noch fortzudauern, wenn der Knochen bereits vollständig ausgewachsen ist und keine Neubildung von Schichten an der äusseren Oberfläche mehr Statt hat.

Die Ernährung des starren Knochengewebes versieht das Blutplasma, welches, von den Gefässen der Beinhaut, der Markräume und der Havers'schen Kanäle aussickernd, in die zahllosen Knochenzellen und ihre Ausläufer aufgenommen wird und sich mittels der netzförmigen Verbindungen derselben nach allen Seiten hin ausbreiten und somit den ganzen Knochen durchdringen kann. Zur Regulirung des Blutkreislaufs in den Knochen dienen die Nerven, welche auch namentlich der schwammigen Substanz und dem Knochenmark, wo sie zahlreicher sind, einen gewissen Grad von Sensibilität verleihen.

Der erste, welcher die Ansicht wieder aufnahm, dass die Knochenkörperchen nicht, wie man längere Zeit dafür hielt, Kalkbehälter (*sacculi chalicophori*) seien, sondern ein flüssiges Ernährungsmaterial führten, ist *Bruns* (1841). Der Kern der Knochenkörperchen wurde in dem Werke *Vogt's* Anatom. d. Salmon. 1845 (p. 51, Tab. g, Fig. 9) zuerst angemerkt und gezeichnet.

Das Wachsen der Knochen nach der Dicke wurde früher meist anders aufgefasst als gegenwärtig. Es sollte sich ein Exsudat zwischen Periost und den Knochen ergiessen; dieser Erguss, von Andern auch plasmatische Schicht zwischen Periost und Knochen genannt, sollte sich zuvor in Knorpel umwandeln und dann erst zu Knochen werden. Als indessen *Virchow* durch den Nachweis der Identität der Knochen-, Knorpel- und Bindegewebskörperchen den Schlüssel zum Verständniss der so verschieden gedeuteten „ossificirenden Blasteme" gegeben hatte, konnte sich die Ansicht feststellen, dass die Beinhaut selbst durch Wucherung an ihren innersten Lagen und darauf folgende Ossification dieser Schichten und ohne sich zuvor in Knorpel umgesetzt zu haben zu Knochenlagen sich entwickle.

Hinsichtlich der Knochenlamellen unterscheidet man herkömmlicher Weise zwei Systeme, wovon das eine concentrisch die Havers'schen Kanäle umkreist, das andere die Umrisse des Knochens im Ganzen wiederholt, also der äusseren und inneren Oberfläche des Knochens immer parallel ziehen soll. Doch ist die letztere Annahme mehr theoretisch und die von mir hierauf betrachteten Knochenschnitte lassen einen solch' regelmässigen Verlauf der interstitiellen Lamellen nicht erkennen.

Die Gefässe, welche in den Knochen, sei es durch die grösseren Ernährungslöcher, oder vom Periost her, eindringen, haben anfänglich alle ihre gewöhnlichen Häute; in den feinen Havers'schen Kanälen hingegen verlieren sie dieselben bis

auf die homogene Innenhaut und es scheint mir selbst fraglich, ob diese immer im weichen Zustande verbleibt und nicht vielmehr ebenfalls mitunter verkalkt und damit zur letzten concentrischen Lamelle wird, welche den Blutraum umgiebt.

Die Nerven der Knochen betreffend, so haben schon mehre Anatomen des vorigen Jahrhunderts einzelne Nerven mit dem Messer verfolgt, welche in die Knochen eindrangen. Untersucht man mit Hülfe des Mikroskopes, besonders in der Art, dass man die Umgebung der kleineren und grösseren in die Knochen eintretenden Gefässe mit Kalilauge aufhellt oder das gleiche Verfahren auf das Mark überträgt, so überzeugt man sich leicht, dass sowohl die langen, als auch die kurzen und platten Knochen verhältnissmässig reich an Nerven sind. Wie sie enden, ist unbekannt.

Die Bänder des Menschen scheinen im Allgemeinen nervenlos zu sein; in der *Membr. inteross. crur.* sieht man einige der *Membrana* selber zugehörige Nervenfäden. — Die Scham- und Kreuzdarmbeinfuge sind in neuerer Zeit als wahre Gelenke mit allen einem Gelenke zukommenden Theilen: Knorpel, *Plicae adiposae*, Epithel und Gelenkschmiere durch *Luschka* erkannt worden, sowie derselbe Forscher die im Gallertkern der Wirbelsynchondrosen vorkommende Höhle für beständig hält und ebenfalls mit einer Gelenkhöhle vergleicht, indem er den Faserring als fibröse Kapsel, den Gallertkern als eine durch verästelte und verfilzte Synovialzellen mehr oder minder ausgefüllte, übrigens eine *Synovia*-artige Flüssigkeit enthaltende Gelenkhöhle betrachtet.

Siebenter Abschnitt.

Vom Skelet der Wirbelthiere.

§. 144.

Das Skelet der Fische, Reptilien, Vögel und Säuger wird immer von Gebilden der Bindesubstanz geformt. Wenn auch bei den höheren Wirbelthierklassen ein grosser Theil des Skelets ursprünglich knorpelig angelegt war, so geht doch im Laufe der Zeit der meiste Knorpel unter und nur wenige Theile des Skelets bleiben knorpelig; andere Verhältnisse sehen wir bei den niederen Wirbelthieren, hier kann zeitlebens das Skelet vollständig oder in grösserer oder geringerer Ausdehnung den Charakter von Bindegewebe oder Knorpel beibehalten.

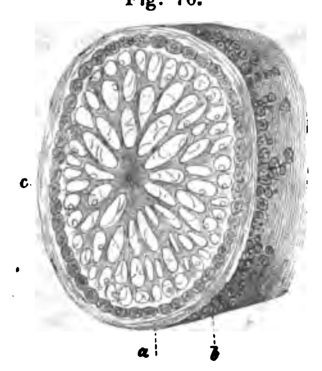
§. 145.

Chorda dorsalis.

Zuvörderst ist es die Chorda dorsalis, bei manchen Fischen zeitlebens als ununterbrochener Strang verharrend, bei anderen wenigstens in Resten sich erhaltend, welche unser Interesse erregt. Sie differenzirt sich in Inhalt und Scheide. Der Inhalt, meist von gallertigem Aussehen, besteht dann aus grossen, wasserklaren Zellen, deren Kern mitunter selbst noch im erwachsenen Thier sichtbar ist (z. B. *Hexanchus, Acipenser*), in anderen Fällen auch vermisst wird. Die Zellen der Chordasubstanz sind nicht gleich gross, und nicht von gleicher Beschaffenheit. Zunächst der Scheide sind sie klein und mit körnigem Inhalt versehen, weiter nach einwärts werden sie immer grösser und die dem Centrum zunächst liegenden stellen bedeutende Hohlräume dar. Hat die Chordasubstanz ein mehr fasriges Aus-

sehen für das freie Auge, so liegt die Ursache davon in einer zum Theil sehr beträchtlichen Menge von homogener, streifiger Substanz,

Fig. 76.



Schnitt durch die Chorda dorsalis des Polypterus.
a Scheide, b Kalkinkrustationen, c Substanz der Chorda mit dem bindegewebigen Fächerwerk.

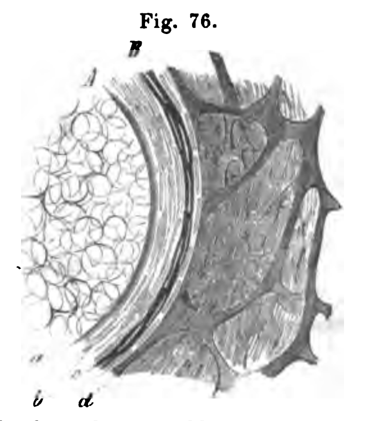
welche, von den Zellen abgeschieden, ein vollständiges Gerüst bildet, in dessen Maschenräumen die Zellen liegen, wobei es übrigens nicht mehr möglich ist, die grösseren Zellen von der Zwischensubstanz zu isoliren; ihre Membranen erscheinen vielmehr innig mit der Intercellularmasse verwachsen.

Uebersieht man das Fachwerk von der Scheide her gegen einen für das freie Auge erkennbaren centralen Streifen, so wird bemerkt, dass es in der Nähe der Scheide am wenigsten stark ist, hier demnach die Zellen noch dichter aneinander sich reihen; je näher dem Centrum aber, um so mächtiger wird die Zwischensubstanz; die Zellen zeigen sich immer weiter auseinander gerückt, bis endlich in der Mitte der Chorda die Zwischensubstanz so zugenommen hat, dass sie den von freiem Auge sichtbaren centralen Streifen bildet. Das mikroskopische Aussehen der Zwischensubstanz ist vollkommen das des Bindegewebes, hier mehr homogen, dort mehr streifig, wieder an anderen Stellen und besonders im Centrum so lockig-wellig gezeichnet, wie Sehnengewebe. Diese Beschreibung ist nach Untersuchungen an *Polypterus bichir* entworfen; ganz ähnlich scheinen sich nach dem, was *Joh. Müller* über die Chorda mittheilt, *Myxine*, der Karpfen Schellfisch und andere Knochenfische zu verhalten. Eine eigenthümliche Stellung nimmt die Chorda von *Branchiostoma* ein, indem hier nichts von Zellen erkennbar ist. Sie besteht aus quergestellten Scheiben (*Joh. Müller, M. Schultze*), von denen freilich *Quatrefages* meint, dass sie Complexe platter Zellen seien, was, wie ich aus eigner Beobachtung weiss, entschieden irrthümlich ist. Die Plättchen zeigen sich homogen und feinstreifig und erinnern durchaus an jene Formen aus Bindesubstanz, die durch schmale Spältchen in Abtheilungen zerfallen. (Sollten sich vielleicht diese Spältchen als Analoga der Zellen in der Chorda der vorhergenannten Fische ansprechen lassen?)

§. 146.

Die Scheide der Chorda kann wieder die verschiedenen Modifikationen des Bindegewebes darbieten. Beim *Polypterus* z. B., besteht sie aus heller Bindesubstanz, die entweder undeutlich gestreift erscheint, oder stellenweise auch eine vollkommen lockige Zeichnung sehen lässt, ganz wie Sehnen; beim Stör ist die Hauptmasse gallertig, undeutlich streifig, ohne dass weitere geformte Elementartheile in ihr vorhanden wären, nach aussen begrenzt sie sich durch eine elastische Haut, die, von der Fläche gesehen, gestrichelt sich ausnimmt, nicht minder in Fasern zerspaltbar ist. Auch an *Chimaera* existiren elastische Schichten. Die eigentliche Substanz der Chordenscheide besteht hier aus festem Bindegewebe, dessen Faserung nur circulär geht und dabei in der gleichen Richtung verlaufende, schmale, lange Lücken oder Hohlräume (Bindegewebskörperchen) zeigt. Nach innen grenzt sich das Bindegewebe durch eine elastische Haut ab und ebenso nach aussen, nur hat sie an letzterem Orte derartig grosse Löcher, dass sie mehr das Bild eines Maschennetzes, wie wenn sie aus sehr breiten und dann wieder aus schmalen, elastischen Fasern gewebt wäre, giebt. Bei Haien können auch Schleimgewebe und knorpelige Lagen auftreten.

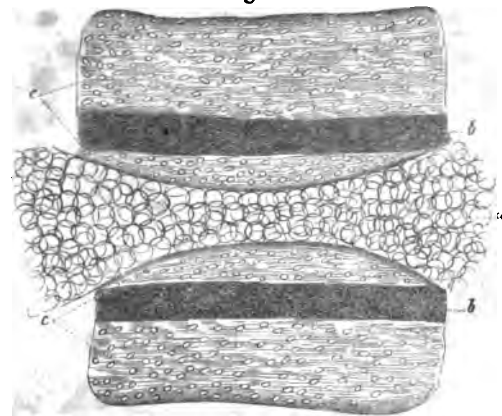
Fig. 76.



Chorda dorsalis von Chimaera monstrosa.
A Substanz der Chorda, B Scheide: a innere elastische Haut, b bindegewebiger Theil der Scheide, c ossifizirter, d äussere elastische Haut. (Geringe Vergr.)

Bei *Hexanchus* z. B. besteht die Chordenscheide aus undeutlich fasriger, in Essigsäure sich trübender Gallertmasse und Zellen, die von Knorpelzellen nicht zu unterscheiden sind. Gegen die Peripherie der Scheide hin lösen sich die Fasern continuirlich in die homogene Hyalinsubstanz des Knorpels auf. An *Scymnus lichia* (fast reifer Embryo), findet sich nach innen von der Scheide eine Knorpellage, welche die Chorda beträchtlich einschnürt, ebenso ist nach aussen eine Knorpelschicht vorhanden. Die Chordenscheide hat dieselben Zellen, nur etwas mehr auseinandergedrängt und verlängert, wie der Knorpel an der Aussen- und Innenseite. Die Intercellularsubstanz ist circulär streifig, geht aber unmittelbar in die homogene Grundmasse der Knorpellagen über.

Fig. 77.



Längsschnitt durch Chorda dorsalis und Wirbelkörper von Scymnus lichia.
a Substanz der Chorda, b bindegewebiger Theil der Scheide, c innere und äussere Knorpellage. (Geringe Vergr.)

§. 147.

Die Chordenscheide kann ossifiziren; so sind bei *Polypterus* einzelne Strecken an der Aussenfläche verkalkt, wobei die Kalksalze in Körnern und weiterhin in geschichteten Kugeln sich absetzen. Bei *Chimaera* verknöchert ein Theil der bindegewebigen Scheide zu Ringen, indem sich die Bindesubstanz mit Kalksalzen imprägnirt und die oben bezeichneten schmalen Hohlräume zu Knochenkörperchen werden. Die Rudimente und Anlagen der Wirbelbogen von *Petromyzon* bestehen aus Zellenknorpel, die knorpeligen Wirbel sammt Bogen der Sturionen und Selachier sind schöner Hyalinknorpel. Die Wirbelkörper der Störe und mancher Haie bleiben ganz knorpelig (z. B. *Hexanchus*), oder es ist das Centrum verknöchert, oder es wechseln Knorpel und Knochenchichten mit einander ab (*Squatina*, *Selache*). Bei anderen Plagiostomen und den Teleostiern verknöchern die Wirbelkörper fast durchaus. — Auch die Schädelkapsel kann ähnliche Modifikationen vorzeigen; vielleicht aus gewöhnlichem Bindegewebe bei *Ammocoetes* bestehend ist sie zellig-knorpelig bei *Petromyzon*, hyalinknorpelig bei Rochen, Haien, Chimären, hier ausgezeichnet dadurch, dass die freien Flächen sowohl aussen, als innen zu einer getäfelten Knochenkruste ossifizirt sind, welche Art der Verknöcherung ebenso den meisten anderen Skelettheilen zukommt. Auch wo sonst wie beim Stör, *Polypterus*, vielen Teleostiern, fasst der ganze oder ein grösserer, oder ein geringerer Theil des Schädels knorpelig persistirt, präsentirt er sich als schöner Hyalinknorpel, und von gleicher Beschaffenheit ist der Knorpel, wenn er ganz oder theilweise Rippen, Extremitätengürtel etc., bildet. In relativ grösster Ausdehnung ist das Skelet bei den Teleostiern ossifizirt.

Schädel.

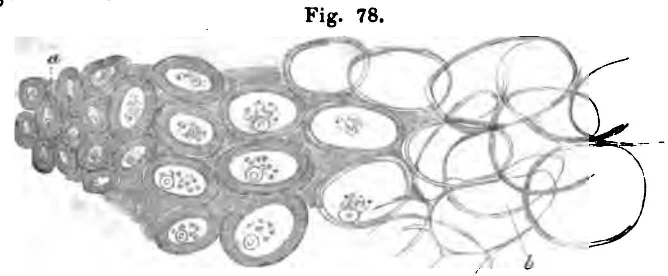
§. 148.

Knorpel und Knochen der Fische.

Zu weiterer Aufklärung über das Knorpel- und Knochengewebe der Fische diene Folgendes:

Am Zellenknorpel des *Petromyzon* sind zunächst der Peripherie die Zellen am kleinsten, stossen unmittelbar an einander und haben eine sehr dicke Wand. Nach dem Inneren zu werden sie grösser; die dicke Membran, körniger Inhalt und Kern sind deutlich. Da sie nun tiefer einwärts immer mehr an Ausdehnung zunehmen, ohne dass die Wand durch neue Ablagerungen sich verdickt, so erscheint die Mitte des Knorpels aus grossen, verhältnissmässig dünnwandigen Blasen zusammengesetzt, die kernlos sind, am trocknen Knorpel Luft aufgenommen haben und dann weiss gefärbt aussehen (die Chordensubstanz besteht aus denselben Zellen, nur noch dünnwandiger als am übrigen Körper). Manche Stellen sind auch sehr geeigenschaftet, um den Uebergang der Knorpelzellen in fetthaltige Bindegewebskörperchen verfolgen zu können.

Fig. 78.

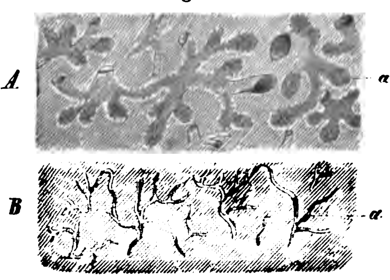


Knorpelschnitt von Petromyzon fluviatilis.
a die Zellen aus der Peripherie, b im Inneren des Knorpels. (Starke Vergr.)

Im Knorpel der Selachier überwiegt häufig die durchsichtige Grundsubstanz die Menge der eingestreuten Zellen (Kopfknorpel von *Squatina angelus,* Zungenknorpel von *Scymnus lichia*), in anderen Fällen halten sich beide so ziemlich das Gleichgewicht; es können sogar selbst die Zellen weit über die Grundsubstanz vorwalten und sich dann polyedrisch begrenzen (Kiemenknorpel von *Torpedo* z. B.). Selten ist die Grundsubstanz in eine fasrige Masse umgewandelt. Die Zellen, variirend nach Grösse und Form, haben häufig Fettkörnchen, mitunter auch grössere Fetttröpfchen in ihrem Inneren; in der Regel liegen die Zellen truppenweise in der Hyalinsubstanz, und solche kleine Haufen von Knorpelzellen halten wieder eine gewisse Ordnung in ihrer Lage ein, indem wir sie, wenn grössere Schnittflächen überblickt werden können, in Linien gestellt sehen, welche sich netzartig verbinden, so dass das Gesammtbild einem Vorläufer von den Knorpel durchziehenden Kanälen verglichen werden mag. Zur Bildung solcher, den Havers'schen Knochenkanälen höhrer Wirbelthiere entsprechender Kanäle kommt es dann wirklich im Knorpel einzelner Rochen. Beschaut man sich z. B. einen Schnitt aus der Schnauze oder der Ohrgegend einer grossen *Raja clavata,* so gewahrt das freie Auge zahl-

reiche, den Knorpel durchziehende, und baumartig verästelte Kanäle. Sie zeigen sich glänzend und silberweis wie Tracheen, da nämlich von dem geführten Schnitte aus Luft in sie eingedrungen ist. Die Kanäle erweisen sich bei näherer Betrachtung als kanalförmig ausgegrabene Lücken in der Knorpelsubstanz. Auch sind sie nicht, wie es anfangs scheint, von einem besonderen Epithel ausgekleidet, sondern die Zellen, welche hie und da das Lumen umgeben, sind nichts anderes, als die Knorpelzellen in der Hyalinsubstanz. Der Inhalt der stärkeren Kanäle ist ein wirkliches Blutgefäss, und selbst Nervenstämmchen können eingeschlossen sein; in den feineren ist die Blutgefässwand geschwunden und der Knorpelkanal ist Blutraum geworden. Die stärkeren Kanäle bekommen auch eine theilweise Auskleidung von Knochenkruste.

Fig. 79.



A Schnitt vom Schnauzenknorpel des Störs,
B Schnitt vom Knorpel der Ohrgegend aus Raja clavata.
a die Kanäle in der Knorpelsubstanz (natürliche Grösse).

Bei den **Haien** trifft man zum Ersatz eines grösseren Kanalsystemes eine interessante Umbildung von Knorpelzellen, welche uns gleichsam als Mittelstufe zwischen den einfachen Knorpelzellen und den Knorpelkanälen gelten können. Die Zellen haben nämlich ihre einfach rundliche oder längliche Gestalt aufgegeben, und sich nach zwei oder mehreren, selbst fünf Richtungen hin verlängert. Durch weiteres Auswachsen stossen sie auf einander und stellen ein Netzwerk

Fig. 80.



Knorpel aus der Umgebung des Gehörlabyrinths von Scymnus lichia.
a Hyalinsubstanz, b die kanalförmig und mit Ausläufern versehenen Knorpelzellen. (Starke Vergr.)

von Hohlräumen dar, welches feiner als das Kanalsystem der Rochen zur Verbreitung der Ernährungsflüssigkeit beiträgt; zwar können in ihm keine Blutkügelchen circuliren, wohl aber wird das eingesickerte *Plasma sanguinis* nach allen Seiten hin sich bequem verbreiten können.

Aehnliche Bildungen finden sich im Knorpel der Störe. Gewöhnlich sind die Zellen rund, gegen die Peripherie zu platt, in den dicken Partien des Kopfknorpels erscheinen sie lang ausgewachsen, bald bloss nach zwei Seiten hin, mitunter mit einem spiralig gedrehten Ende, bald nach verschiedenen Richtungen hin, so dass sternförmige Zellen entstehen. Die Ausläufer hören entweder feinzugespitzt für sich auf, oder anastomosiren mit denen anderer Knorpelzellen. Ausserdem werden die dicksten Knorpelgegenden (Schnauze, Umgebung des Ohres, vorderer Extremitätengürtel), von stattlichen, zahlreichen Kanälen durchzogen, um vieles geräumiger als bei den Rochen, und enthalten Blutgefässe und grosse maulbeerförmige Fettklumpen.

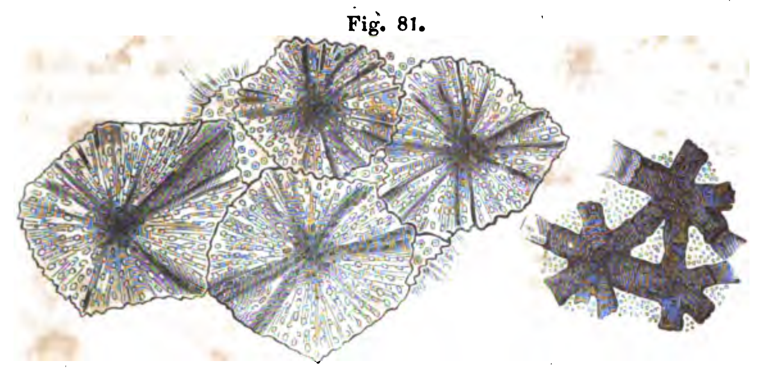
Wo sonst bei Ganoiden *(Polypterus)* und Teleostiern am Skelet Knorpel sich zeigt, besteht er aus hyaliner Grundmasse und rundlichen oder auch ovalen Zellen. Kanalartig verlängerte Zellen sind mir bis jetzt hiebei noch nicht zu Gesicht gekommen. Hiegegen besitzt der Kopfknorpel mancher Gräthenfische (z. B. *Trigla hirundo*) grössere Markhöhlen.

§. 149.

Knochenkruste der Selachier.

Der mosaikartig zusammengesetzte Knochenüberzug der Selachier ist von *Joh. Müller* entdeckt worden. Er besteht aus lauter pelyedrischen Knochenscheiben oder Schüppchen, die Grösse derselben wechselt nach den verschiedenen Arten, sie richtet sich ferner nach dem Alter, und auch an einem und demselben Individuum sind sie nicht an allen Stellen des Skelets gleich gross. Auch rücksichtlich ihrer Form kommen kleine Abweichungen zu Gesicht; sie begrenzen sich entweder gegenseitig in ihrer ganzen Peripherie, wie ein kolossales Pflasterepithel, oder sie stossen gleichsam nur mit Ausläufern an einander. In diesem Fall nehmen sie sich sternförmig aus und durch die hiemit offen bleibenden Lücken liegt der Knorpel frei. Die Knochenschuppen haben rauhe, selbst zackige Ränder, einen etwas dunkleren (dickeren) Mittelpunkt und ein von ihm ausgehendes radiär streifiges Ansehen. Die Knochenkörperchen sind sehr zahlreich, ziemlich regelmässig radiär gelagert, hell und scharf conturirt und immer strahlenlos. Bei *Chimaera monstrosa*, wo die Knochenkruste theilweise aus Scheiben von unregelmässiger Gestalt besteht, haben letztere eine leicht höckerige Oberfläche, und die ebenfalls strahlenlosen Knochenhörperchen haben alle ihren Kern beibehalten. Ferner ist an diesen Knochenscheibchen der *Chimaera* eigenthümlich, dass von ihrer unteren Fläche fein verästelte Streifchen von Kalksalzen, wie Würzelchen in die darunter gelegene Knorpelsubstanz sich hinein verzweigen. Die Knochenschuppen der Selachier sind auf Kosten des Hyalinknorpels entstanden. — Das Perichondrium zeigt sich bei mehren

Fig. 81.



Schuppen der Knochenkruste von Selachiern. (Geringe Vergr.)

Haien (z. B. am Kopf von *Zygaena*) leicht schwarz pigmentirt, es ist silberfarben in der Augenhöhle von *Chimaera monstrosa,* die den Metallglanz erzeugenden Elementartheile übersteigen die Molekulargrösse nicht. Bei *Raja batis* sieht man das zarte und fest anliegende Perichondrium, welches die Nasenkapsel auskleidet, schwarz und silberglänzend pigmentirt; die Elemente des Metallglanzes sind kleine, lebhafte Molekularbewegung zeigende Krystalle. — Die Knochen des Skelets anderer Fische (*Polypterus,* die meisten Teleostier) scheiden sich in zwei Reihen, welche nach ihren physikalischen Eigenschaften ebenso, wie durch mikroskopische Beschaffenheit, endlich durch Genese von einander abweichen. Die einen sind von weisslichem Aussehen und compakter Natur, ihre lamellöse Grundsubstanz ist durchbrochen von den Knochenkörperchen und den damit zussammenhängenden Markkanälen, von denen die meisten so fein sind, dass sie nur mikroskopisch gesehen werden, und verhältnissmässig wenige erreichen einen solchen Durchmesser, um für das freie Auge kenntliche Markräume zu werden. Diese Knochen sind durch Ossifikation des Bindegewebes entstanden, wobei nach Ablagerung der Kalksalze in die Grundsubstanz die kleinen verzweigten Hohlräume der letzteren, „die Bindegewebskörperchen“, zu den Knochenkörperchen wurden, und die grossen Hohlgänge zu den Havers'schen Kanälen. Zu dieser Reihe von Knochen gehören bei *Polypterus* am Schädel z. B. Zwischenkiefer, Oberkiefer, Unterkiefer, Keilbein, zum Theil das Hinterhauptsbein, an der Wirbelsäule die Wirbelkörper und grösstentheils wohl auch die verschiedenen Fortsätze derselben, zum Theil die Flossenstrahlen.

Die Knochen der zweiten Art sind von gelbfettigem Aussehen und spongiöser Beschaffenheit, ihre geschichtete Grundsubstanz ist reduzirt auf ein Balkenwerk, das weite, zellige, mit Fett erfüllte Markräume begrenzt; in manchen Knochen hat sich selbst durch Zusammenfluss solcher Markräume eine Centralhöhle des Knochens gebildet. Diese Knochen sind aus der Ossifikation eines Hyalinknorpels hervorgegangen, wobei der grösste Theil der Knorpelzellen durch Zusammenschmelzen zur Darstellung der Markräume verwendet wurde. es gehören dahin (bei *Polypterus*) am Schädel das Felsenbein, die

Alae orbitales, zum Theil das *Occipitale,* ferner die Knochen des vorderen und hinteren Extremitätengürtels, zum Theil wohl auch die oberen und unteren Dornfortsätze des Schwanztheiles der Wirbelsäule, die Ossifikationen am Zungenbein und Kiemenapparat.

§. 150.

Knochengewebe der Gräthenfische.

Bezüglich des feineren Baues der Fischknochen ist noch weiter anzugeben, dass nicht in allen aus Bindegewebe hervorgegangenen Knochen Markkanäle sich finden, sie mangeln in dünnen Partien (z. B. im *Operculum,* den Kiemenhautstrahlen von *Leuciscus* und *Gobius fluviatilis*), und wenn sie zugegen sind, haben sie mehr den Charakter von unregelmässig gebuchteten und zusammenhängenden Räumen, angefüllt mit Fett. Dass diese grösseren Räume durch Verschmelzung von Knochenkörperchen entstehen, lehren Fälle (z. B. in den Kopfknochen der *Leucisci*), wo sich grössere Höhlungen von manchfaltiger Gestalt in den Knochen finden, die dasselbe helle, leere Aussehen

Fig. 82.



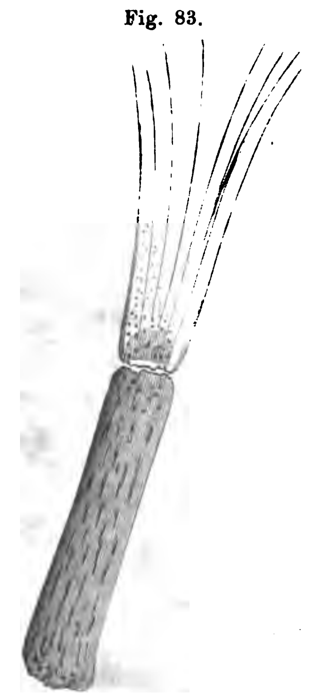
Aus den Kopfknochen von Leuciscus.

a Gewöhnliche Knochenkörperchen, b grössere Räume, aus verschmolzenen Knochenkörperchen entstanden, c noch grössere Räume, in denen sich Fett und Blutcapillaren finden. (Starke Vergr.)

haben, wie die Knochenkörperchen. Da sie nicht Fett- oder Blutgefässe führen, so müssen sie, morphologisch und physiologisch betrachtet, als vergrösserte Knochenkörperchen angesprochen werden. Die mit letzterem Namen belegten, kleineren Hohlräume der Knochensubstanz variiren nach Form und Ausbildung nicht wenig in den einzelnen Skelettheilen. Während sie (z. B. in *Leuciscus Dobula*) in den Scheitelbeinen, Stirnbeinen, gross und rundlich sind, nehmen sie in den Rippen, den Gräthen, eine längliche Gestalt an; gewöhnlich haben

sie zahlreiche, lange verzweigte Ausläufer, die selbst wieder, wo sie sich verästeln, sinusartig erweitert sein können, auch bleibt ziemlich allgemein der Kern der Knochenkörperchen fortbestehen. Man trifft ferner auch ganze Strecken des Knochengewebes, wo die Knochenkörperchen alle strahlenlos sind, so z. B. an den Leisten, welche sich an der Innenfläche der Scheitelbeine, Stirnbeine von *Leuciscus* erheben. Die Knochenkörperchen können auch zu winzig kleinen, nur punktförmigen Räumen herabgesunken sein, welche Reduktion man sich leicht an den Flossenstrahlen von dem zuletzt genannten Fisch vorführen kann. Hier sind in den oberen, starken Gliedern eines Flossenstrahles schöne, verästelte Knochenkörperchen, in den immer dünner werdenden Gliedern werden auch die Knochenkörperchen kleiner, länglicher, verlieren ihre Ausläufer und sind in dem letzten zerfaserten Glied des Flossenstrahles zu hellen, punktförmigen Räumen verkümmert. Hieran würden sich jene Fischskelete schliessen, bei denen fast gar nichts mehr von Knochenkörperchen vorkommeen soll, wie *Owen* für *Muraena* angiebt (wo ich übrigens in der knöchernen Wand der Schleimkanäle prächtige Knochenkörperchen mit weit hin verästelten Ausläufern erblicke), *Mettenheimer* bezüglich des *Tetragonurus*, *Kölliker* für die *Helmichthyiden.*

Fig. 83.



Ende eines Flossenstrahles von einem Weissfisch, um die verkümmerten Knochenkörperchen zu zeigen. (Starke Vergr.)

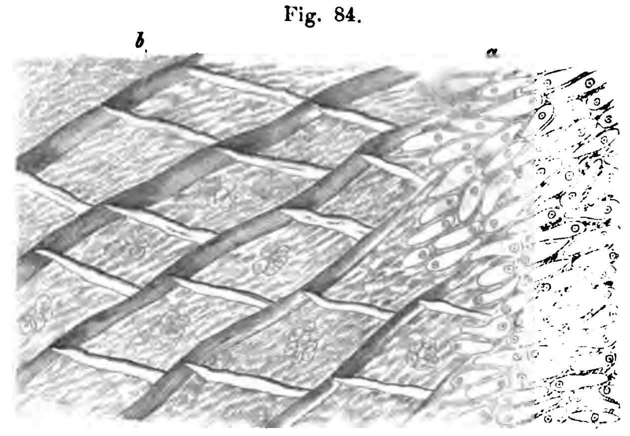
§. 151

Sehr eigenthümlich und eines näheren Studiums werth sind die Knochen von *Orthagoriscus* (wahrscheinlich auch die von *Cyclopterus*,

Knochen von Orthagoriscus.

Trachypterus u. a.) Ich habe leider nur einige Knochenstücke von *Orthagoriscus* untersucht; sie waren viel weicher als Knorpel, und schon mit freiem Auge unterschied man ein weissstreifiges Fachwerk, welches eine gallertig-knorpelige Masse durchsetzte. Mikroskopisch sah man im Innern von Quer- und Längsschnitten grössere Knorpelmassen, die fast nur aus keulenförmigen Knorpelzellen mit kleinem fettartig glänzendem Kern bestanden, von solchen Knorpelcentren weg erstreckten sich strahlig ossifizirte dünne Blätter (die weissen Streifen für das freie Auge), der Raum zwischen ihnen wurde wieder durch quere Septen unterbrochen, so dass Kammern entstanden, welche in der Mitte von einer aus zarten Knorpelzellen bestehenden Substanz, und

Fig. 84.



Schnitt aus einem Kopfknochen (Crista vom Occipitale) des Orthagoriscus mola.
a Knorpelkern, b ossifizirtes Fachwerk, eine hyalinknorpelige Substanz einschliessend. (Starke Vergr.)

ausserdem von einer hellen, gallertigen Masse ausgefüllt waren. In manchen Schnitten schien inmitten des Knorpelkernes ein Blutgefäss zu verlaufen. In den Knochenblättern sah man kleine, strahlenlose Lücken, die wohl den Knochenkörperchen vergleichbar waren.

§. 152.

Skelet der Reptilien.

In der Klasse der Reptilien giebt es kein Thier mehr, dessen Skelet wie bei manchen Fischen fast nur aus Bindegewebe oder Knorpel besteht, vielmehr erscheint das Knochengewebe als überwiegendes Constituens des Skelets, nur einzelne Partien erhalten sich in hyalinknorpeligem Zustande, so die Rippenrudimente der Frösche, die etwas verbreiterten Rippenenden der Ophidier und schlangenähnlichen Saurier, Theile des Schulter- und Beckengerüstes, der Extremitäten, Theile des Schädels.

Histologisch betrachtet, bietet der Skeletknorpel der Reptilien nichts besonderes dar, die Zellen scheinen im Allgemeinen in grösserer Menge zugegen zu sein, als die Hyalinsubstanz (Frosch, Kröte, Proteus), ja manchmal, wie z. B. in den Knorpelplatten am freien Ende

der Rippen von *Anguis fragilis* ist kaum mehr eine Spur von Zwischensubstanz zu sehen, die Knorpelzellen begrenzen sich unmittelbar in polyedrischer Form. — Der Inhalt der Zellen ist im nicht alterirten Zustande hell, nicht granulär. — Knorpelstücke, für das freie Auge scheinbar wie hyalin, besonders am vorderen Extremitätengürtel, sind mikroskopisch oft mit Kalksalzen inkrustirt, wobei sich der Kalk in Form verschieden grosser kugliger und ästiger Massen in die Grundsubstanz abgesetzt hat.

An den Knochen der Batrachier (Frosch, Salamander, Proteus) treten die Havers'schen Kanäle fast ganz zurück. Die Blutgefässe und Fettzellen sind innerhalb der Röhrenknochen in der grossen Markhöhle angehäuft, oder in weiten Maschenräumen bei den porösen Knochen. (Der knöcherne Abschnitt z. B., welcher am Brustbein des Landsalamanders durch Ossifikation des Hyalinknorpels entstanden ist, besteht eigentlich nur aus zwei Knochenplatten, die dazwischen einen grossen Hohlraum einschliessen, der bloss von einzelnen zarten Bälkchen unterbrochen wird. Im Hohlraume ruhen Gefässe und Fett). Die Knochenschilder der Schildkröten haben ein sehr reiches Netz echter Havers'scher Kanäle.

Die Knochenkörperchen sind beim Landsalamander sehr gross, werden aber noch um ein Erhebliches übertroffen von denen des Proteus. Auch lässt sich bei letzterem Thier wieder leicht nachweisen, wie die Knochenkörperchen und die grösseren Hohlräume im Knochengewebe nur nach Umfang und Inhalt Abweichungen zeigen, sonst aber ganz identisch sind; betrachtet man nämlich die platten Schädelknochen von Proteus, im unverletzten, nicht angeschliffenen Zustande, so findet sich, dass an der Innenfläche (der Stirnbeine, Scheitelbeine z. B.) zahlreiche Knochenkörperchen mit ihrer Mitte frei ausmünden, so dass sie eigentlich ein kurzes, kegelförmiges Havers'sches Kanälchen vorstellen, dessen blindes Ende nach oben, und dessen geöffnete Basis nach unten gekehrt ist. Ferner sind auch die Oeffnungen der Strahlen der Knochenkörperchen an den freien Flächen der Knochen so gross und dicht, dass diese ein wie gegittertes, von zahlreichen Spältchen durchbrochenes Ansehen hat. — Die meisten Knochenkörperchen haben ihren Kern beibehalten, der schon in frischem Zustande zu sehen ist.

§. 153.

Skelet der Säuger und Vögel.

Bei den Säugethieren ist das Skelet ziemlich stetig ossifizirt, nur bezüglich mehrer Beutelthiere wird von *Pander* und *d'Aldon* angegeben, dass der Atlas permanent knorpelig bleibe. Bei manchen Fledermäusen (*Vespertilio murinus* z. B. nach *R. Wagner*) läuft die *Tibia* in einen Knorpelfaden aus u. dgl. Sehr allgemein sind von derselben Beschaffenheit die Rippenknorpel und Theile des Brustbeins, doch haben auch die Rippenknorpel bei einigen Ordnungen, namentlich den *Edentaten*, eine grosse Neigung zur frühzeitigen Verknöcherung. Auch die Schambeinfuge verknöchert frühzeitig bei den Monotremen und vielen Hufthieren. — Wo die Knochen sehr dünn sind, wie bei kleinen

Säugethieren (z. B. Stirnbein von *Vespertilio pipistrellus*), fehlen die Gefässkanäle und Markräume, es sind nur die Knochenkörperchen zugegen, welche eine ziemliche Grösse haben, dicht beisammen stehen, und leicht auch die Oeffnungen der strahlenförmigen Ausläufer an den freien Flächen des Knochens sehen lassen. — Die grosse centrale Markhöhle, welche sich in den langen Knochen durch Resorption sehr gewöhnlich bildet, fehlt den Pinnipedien, Cetaceen, und unter den Reptilien auch den Cheloniern.

Noch mehr als bei den Säugern ist aus dem Skelete der Vögel die Knorpelsubstanz geschwunden, mit Ausnahme der Gelenkknorpel, und in sehr seltnen Fällen, wo das untere Ende der *Claviculae* knorpelig bleibt, oder sich eine knorpelige *Patella* bei manchen *Brevipennen* findet, oder das Wadenbein in einen Korpelfaden ausläuft, ist das ganze Skelet aus Knochengewebe gebildet, in welchem mir nach Untersuchungen des *Femur* vom Auerhahn bemerkenswerth schien, dass die Havers'schen Kanäle überaus zahlreich waren, so dass eigentlich mehr Markkanälchen existirten, als lamellöse Grundsubstanz dazwischen. Bekannt ist ferner die Eigenthümlichkeit des Vogelskelets, dass ein grosser Theil der Hohlräume statt Mark Luft enthalten kann, wodurch die sog. Pneumatizität der Knochen entsteht, was sich sogar, wie ich am Brustbein des Reihers gesehen zu haben glaube, auf ganze Partien von Knochenkörperchen erstrecken kann, die also dann auch im lebenden Thier lufthaltig wären. Der „Morphologie von *V. Carus*" entnehme ich die Notiz, dass die grossen lufthaltigen Knochenhöhlen „eine Art bindgewebiger Schleimhaut mit zartem Epithel" besitzen, und ich kann nach Untersuchungen an der Taube, Canarienvogel, Schnepfe beifügen, dass auch die lufthohlen Zellen der Kopfknochen noch von einer feinen, bindegewebigen Lage mit Spuren eines Epithels ausgekleidet sind; was in Uebereinstimmung steht mit der Struktur jener auch beim Menschen lufthaltigen Knochenhöhlen, wie es z. B. die *Cellulae mastoideae* sind, deren Fläche ebenfalls eine Schleimhaut und ein Epithel überziehen.

§. 154.

Verbindung der Knochen.

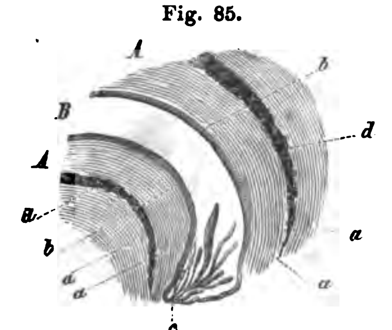
Die Verbindung der Knochen unter einander geschieht bei allen Wirbelthieren durch Bänder und Gelenke. Bei den Fischen sind die bindegewebigen Ligamente meist sehr reich an elastischen Fasern. Die Wirbelsäule hat ein eignes, aus starken elastischen Fasern bestehendes Band, das in einem Kanal über dem Dach des Rückenmarkes eingeschlossen ist, die elastischen Fasern haben hier nicht sehr dunkle Conturen und ziehen unter Verästelung nach der Länge; beim Stör findet sich ein zweites solches Band, an der unteren Fläche der *Chorda dorsalis* verlaufend. Die weissen Streifen, welche beim Stör zwischen den einzelnen Knorpelstücken der oberen und unteren Wirbellagen liegen, bestehen aus dichten Netzen elastischer Fasern, die sich in die Grundsubstanz des Knorpels verlieren.

Vorzugsweise elastische Bänder sind ferner das *Ligamentum nuchae*, die *Ligamenta flava* der Säugethiere, die Bänder, welche bei

den katzenartigen Thieren das Krallenglied aufwärts richten und zurückziehen, bei den Faulthieren abwärts krümmen. Mehr oder weniger zahlreiche elastische Fasern enthalten die Wirbelbänder des Frosches; bei Vögeln das Ligament zwischen Ober- und Unterkiefer, das Band, welches das Ende des Zungenbeins an den Schädel befestigt; letzteres besteht bei mehren Singvögeln fast ganz aus elastischen Fasern (*Benjamin*).

Bekanntermaassen geschieht unter den Säugern bloss bei Ein- und Zweihufern die Verbindung der Wirbelkörper durch Gelenkflächen, sonst durch die *Ligamenta intervertebralia*, und diese ossifiziren bei mehren Arten (Cetaceen, Haase, Kaninchen) theilweise und entwickeln damit Knochenscheiben (*E. H. Weber*). Bei vielen Säugethieren zeigen sich Knochenkerne in den *Cartilagines interarticulares*, entweder auf beiden Seiten, wie bei *Mus decumanus*, oder auf einer (innren) Seite, wie bei *Mustela, Myoxus, Dipus*. Beim Luchs findet sich ein Knochen in der fibrösen Kapsel des Kniees, der an der Bildung des Gelenkes ebenso, wie der Kniescheibe Antheil nimmt und die Form eines *Os sesamoideum* hat (*Hyrtl*). — Bei *Echidna* existirt nach *Owen* im *Ligamentum intervertebrale* eine platte Höhle, ausgekleidet von einer Synovialmembran und angefüllt mit Flüssigkeit.

Fig. 85.

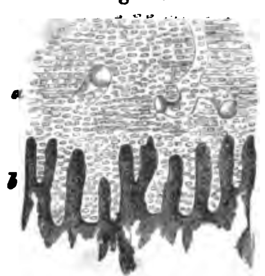


Schnitt durch das Gelenk zwischen Kopf und Wirbelsäule einer grossen Raja clavata.
A Gelenkknorpel, B Gelenkhöhle: a Hyalinknorpel, b bindegewebige Lage desselben, c die davon abgehenden freien Fortsätze, d Knochensubstanz. (Natürliche Grösse.)

Die Gelenke scheinen überhaupt bei den Wirbelthieren nicht ganz übereinstimmend gebaut zu sein. Ueberall wohl sind Gelenkknorpel vorhanden, die im Kniegelenk mancher Vögel (Auerhahn) einige Gefässkanäle haben und deren Knorpelzellen äusserst eng beisammen liegen, (die Markkanäle des Knochenendes drangen zottenartig, einer dicht am andern, in den Gelenkknorpel vor). Bei Knorpelfischen (*Raja, Torpedo*) nimmt die freie Fläche des Gelenkknorpels durch Umwandlung der Hyalinsubstanz in Fasern eine weisse Farbe an, und diese Schicht bildet zottenähnliche, gefässlose Fortsätze, die frei in die Gelenkhöhle hineinragen. Ein Epithel der Gelenkkapsel fehlt.

Bei *Trygon Pastinaca* ist an der Verbindung zwischen Kopf und Wirbelsäule die Knochenkruste überzogen von einem Knorpel, der sich von dem des übrigen Skelets dadurch auszeichnet, dass er hell ist. Am Kopfknorpel z. B. haben alle Zellen einen fettkrümeligen Inhalt.

Fig. 86.



Schnitt durch den Gelenkknorpel des Kniees vom Auerhahn. a der Knorpel, b Knochensubstanz. (Geringe Vergr.)

§. 155.

Hornfäden.

Zu den eigentlichen Skelettheilen der Fische zählen auch jene „Hornfäden" oder gelben Faserstreifen, welche in die Haut der Flossen in so grosser Menge eingeschoben sind (besonders entwickelt bei Selachiern), um die Flosse steif zu machen. Die Fettflosse der Salmonen z. B. wird lediglich durch solche Hornfäden gestützt. Ich halte sie für chitinisirte, homogene Bindesubstanz; sie verändern sich in Kali nicht, werden höchstens blasser, quellen (an Embryonen von *Spinax acanthias*) etwas auf, und kerben sich am Rande in Absätzen ein, wie die von „Spiralfasern" umsponnenen Bindegewebsbündel.

§. 156.

Physiologisches.

Die Thatsache, dass nicht alle Knochen des Skelets knorpelig präformirt sind, war längst bekannt. Die Anatomen des 17. Jahrhunderts, welche sich mit dem Studium der Knochengenese abgaben, fanden, dass die Knochen aus Knorpeln und aus „Membranen" entstehen, ein Lehrsatz, dem es auch schon damals nicht an Gegnern (*Albin*, *Haller* z. B.) fehlte. In neuerer Zeit ist die Debatte vom histologischen Standpunkt aus abermals auf die Bahn gebracht worden, und obschon im Detail noch manche Meinungsverschiedenheit herrscht, einigt man sich doch dahin, dass die alte Auffassung die richtige sei, dass also die Knochen ihrer Genese nach von zweierlei Art sind. Das spongiöse Knochengewebe leitet seinen Ursprung vom Knorpel her, das kompakte Gewebe (*Substantia dura* der Alten) vom Bindegewebe. Man drückt den Unterschied auch so aus, dass man von primären und sekundären Knochen (*Kölliker*), von direkter und indirekter Verknöcherung (*Bruch*), von „hyalin-knorpeligen" und „häutigknorpeligen" Skeletanlagen (*Reichert*) spricht, wobei wir uns indessen die Scheidung nicht sehr scharf vorstellen dürfen, da, was schon mehrmals berührt wurde, Bindegewebe und Knorpel keine wesentlich differenten Gewebe, sondern nur Modifikationen einer und derselben Substanz sind.

Blicken wir auf die Einrichtung des Skelets, so springt zwar ohne Weiteres in die Augen, dass die Skeletformen der Wirbelthiere den Zweck haben, einerseits ein manchfaltig bewegliches Körpergerüst herzustellen, und andrerseits eine schützende Umhüllung wichtiger Organe zu bilden; es ist auch klar, dass, wo Knorpel zur Stütze dient, dieser durch seine Vereinigung von Festigkeit und Elastizität, noch Bewegungen gestattet, die bei knöcherner Grundlage unmöglich wären, auch die Nothwendigkeit oder der Nutzen von elastischen Bändern, die zum Theil den Muskeln ihr Geschäft vereinfachen dadurch, dass sie ihnen antagonistisch gegenüber stehen, leuchtet ein, aber im Speziellen auszuführen, warum bei den verschiedenen Wirbelthierarten ein Skeletheil hier bindegewebig, dort knorpelig, und wieder bei einem anderen Thier knöchern sei, vermag man nicht, da wir über die Lebensweise besonders niederer Wirbelthiere doch gar wenig unterrichtet sind, und auf blosse Vermuthungen uns beschränken müssen, wie die verschiedenen Abänderungen der Bindesubstanz (Bindegewebe, elastisches Gewebe, Knorpel, Knochen), welche zum Bau des Skelets gebraucht werden, in Beziehung mit der Masse des Thieres, mit seinem Aufenthaltsort, mit seiner Art sich zu bewegen, stehen mögen. — Die lufthohle (pneumatische) Beschaffenheit der Knochen der Vögel hat man von jeher mit dem Flugvermögen dieser Thiere in Verbindung gebracht; die Knochen verdanken natürlich einem guten Theil nach ihre Leichtigkeit der Ausfüllung mit Luft.

Ueber den Bau des Fischskelets vergl. man *Joh. Müller's* Anatomie der Myxinoiden, *Williamson*, Philos. Trans. 1851, *Leydig*, Rochen u. Haie, ders., Untersuchungen üb. Fische u. Rept. (Histologie des Störs), ders., Histol. Bemerkgn. üb. *Polypterus* in Ztsch. f. wiss. Z., *Kölliker*, Bau v. *Leptocephalus* u. *Helmichthys*, Ztsch. f. wiss. Zool. Die Knochen dieser Fische haben „keine Spur vom Bau des Knochengewebes.“ Dieselben erscheinen vielmehr einfach als mit Erdsalzen imprägnirtes Bindegewebe, sind auch ohne Knochenkörperchen. Um die Wirbelsäule herum geht eine mächtige, aus gallertigem Bindegewebe bestehende Scheide, auf welche erst die Muskulatur folgt. — Vorzügliche Abbildungen über Knorpel u. Knochen enthalten die Beitr. z. Entwicklungsgesch. d. Knochensyst. von *Bruch*.

Die elastischen Fasern in den Bändern haben einen sehr verschiedenen Dickendurchmesser; man unterscheidet dünne mit meist stark geschlängeltem Verlauf und dickere Fasern, welche sich weniger kräuseln, hingegen besitzen solche stärkeren elastischen Fasern bei grösseren Säugethieren öfters ein eigenthümlich löcheriges oder leiterförmiges Aussehen.

Die „Knorpelschwiele“ an den Hinterfüssen des *Pelobates* hat zur Grundlage einen Hyalinknorpel, dessen Inneres grossentheils mit Kalksalzen incrustirt ist. Zwischen der Lederhaut und dem Rande des Hyalinknorpels liegt noch eine ziemlich dicke Schicht, deren Gewebe beim ersten Anblick nicht ganz klar ist, während näheres Untersuchen zeigt, dass die Schicht eine Art Faserknorpel repräsentirt, dessen Zellen sehr weich sind, und dessen Intercellularsubstanz senkrecht faserig oder streifig ist. Dann folgt die etwas pigmentirte Lederhaut und darauf die nicht besonders dicke Epidermis.

Achter Abschnitt.

Vom Skelet der Wirbellosen.

§. 157.

Im Gegensatz zu den Wirbelthieren, wo ein inneres aus Bindegewebe, Knorpel und Knochen zusammengesetztes festes Gerüst die eigentliche Gestalt des Thieres bedingt, wird bei Wirbellosen, wenn durch Hartgebilde die Form des Thieres gestützt wird, hauptsächlich die äussere Haut hiezu verwendet, und in welcher Weise dies geschieht, ist oben (über die Haut der Wirbellosen) erörtert worden. Hier soll nur vom Skelet der Cephalopoden die Rede sein, welche sich, wie bekannt, unter Anderem insofern den Wirbelthieren annähern, als sie ein inneres zu Hüllen und Stützen von Weichtheilen dienendes Skelet besitzen.

Die Skelettheile bestehen aus Knorpel, der die mannigfachen kleinen Abänderungen wiederholt, wie sie bereits von den Wirbelthieren beschrieben wurden. Er besteht aus Zellen und Grundsubstanz, die ersteren haben eine mannichfache Gestalt, meist rundlich oder oval, sind auch faserartig verlängert und manchmal selbst mit verästelten Ausläufern versehen (*Bergmann*). Bei den sehr durchscheinenden Arten erweitern sich an manchen Stellen die Zellen zu grossen Blasen, ganz ähnlich wie in der Substanz der *Chorda dorsalis* der Fische. Die Grundsubstanz, gewöhnlich hyalin, erscheint seltener streifig, mitunter bildet sie um die Zellen geschichtete Kapseln; bald ist sie reichlich zwischen den Zellen vorhanden, in anderen Fällen ist sie wiederum dergestalt geschwunden, dass die Zellen sich unmittelbar berühren (Zellenknorpel). Aus dem Kopfknorpel von *Loligo* konnte *Joh. Müller* keine leimartige Materie erhalten. Nach *V. Carus* treten an einigen Stellen im Knorpel Höhlen auf, welche Gefässe zu enthalten scheinen.

Ein inneres knorpeliges Skelet findet sich noch in den Kiemenstämmen mancher Kiemenwürmer (von mir an *Amphicora* und *Serpula* beschrieben). Das Skelet gehört zum Zellenknorpel, es besteht aus Reihen viereckiger Zellen mit verdickten Wänden, hell und scharf conturirt und nach Essigsäure einen kleinen Kern aufzeigend. Auch *Quatrefages* gedenkt dieser „Art inneren Skelets bei den Serpulaceen und Sabellen von fast knorpeliger Struktur im Vordertheil des Körpers, welches den Kiemen- und Thoraxmuskeln, zum Ansatz dient und sich in die Kiemenverästelungen fortsetzt.“

Fig. 87.

Ein Stück Kiemenknorpel von Amphicora mediterranea. (Starke Vergr.) a das Knorpelskelet, b die Haut (mit eigenthümlichen Körpern, Nesselorganen?).

Neunter Abschnitt.

Vom Nervensystem des Menschen.

§. 158.

Das **Nervensystem** ist das Organ der eigentlich thierischen Lebensäusserungen, von ihm hängen die Seelenthätigkeiten, die Anregung zur Bewegung, das Empfinden ab. Es besteht aus einem centralen Theil, dem Gehirn und Rückenmark und einem peripherischen Abschnitt, den Nerven. Beide gehen continuirlich in einander über.

Entwicklung der Nervencentren.

Da wir durch *Remak* belehrt worden sind, dass aus dem oberen Keimblatte in seinem peripherischen Theil bloss gefäss- und nervenlose epitheliale Gebilde geliefert werden, so möchte man a priori gar gerne den Entwicklungsplan des Nervensystems so construiren, dass die Nervencentren in gleicher Weise, wie das peripherische Nervensystem, Bildungen und Sonderungen des mittleren Keimblattes seien, und nur die epithelialen Auskleidungen des Medullarrohres vom oberen Keimblatt abstammen. Allein *Remak* hebt ausdrücklich hervor, dass die Beobachtung „diese so einfachen und ansprechenden Voraussetzungen“ nicht bestätigt; vielmehr ergiebt die Untersuchung, dass das Medullarrohr aus einer centralen Verdickung des oberen Keimblattes entstehe.

Jn die Bildung des Nervensystemes gehen ein erstens die spezifischen nervösen Gewebstheile, die Nervenprimitivfasern und die Ganglienzellen, zweitens Bindegewebe zur Verknüpfung und Umhüllung der nervösen Elemente und als Träger der Blutgefässe. An gewissen Stellen kommt dazu ein Epithel.

§. 159.

Struktur der Nervencentren.

Was die Struktur der **Nervencentren**, des Gehirns und Rückenmarks betrifft, so sind bis jetzt ungeachtet der mannichfaltigsten Untersuchungsmethoden nur fragmentare Ergebnisse gewon-

nen worden, welche in folgendem bestehen möchten. Eine zarte Bindesubstanz ist als Bett der Blutgefässe vorhanden und erscheint daher auch da am stärksten angesammelt, wo die Zahl der Blutgefässe eine beträchtliche ist, so an der Peripherie der Hirnwindungen und an der *Substantia perforata* der Basis. Diese Bindesubstanz unter der Form einer feinkörnigen Masse mit vereinzelten Kernen stellt sammt ihren Gefässen eine Art zarten Fachwerkes durch das ganze Gehirn und Rückenmark dar, in dessen Räumen die Nervenprimitivfasern und Ganglienkugeln ruhen. An manchen Orten (z. B. im Rückenmark) kann die Bindesubstanz etwas fester sein und echte Bindegewebskörperchen besitzen (die *Substantia gelatinosa* des Rückenmarkes ist Bindegewebe.) Nach den Untersuchungen von *R. Wagner* sind die Ganglienkugeln des Gehirns und Rückenmarkes sämmtlich vielstrahlige oder multipolare Zellen, „alle angeblichen apolaren, unipolaren und bipolaren sind nur verstümmelte multipolare.“ Auch *Schröder v. d. Kolk* erkennt in seinen früheren wie jetzigen Mittheilungen nur multipolare Zellen in den Centralorganen an. Dergleichen Aggregate von multipolaren Ganglienzellen finden sich in der *Ala cinerea* und den sog. Nervenkernen im verlängerten Mark, *Locus coeruleus, Locus niger Soemeringii, Corpora dentata, olivae* und *cerebelli*, in den Basalganglien, Vierhügeln, Kniehöckern, Sehhügel, *Commissura mollis,* Streifenhügeln, Linsenkernen, Ammonshörnern, Randwülste des grossen und kleinen Gehirns, *Bulbus olfactorius.*

Zur Zeit geht uns noch jede Kenntniss darüber ab, wie die Ganglienzellen der grauen Substanz geometrisch geordnet sind, wir wissen bloss, dass die Fortsätze der Ganglienzellen theils Ursprünge von Nervenfasern sind, theils dazu dienen, die Ganglienzellen unter einander zu verbinden. Die Ganglienkugeln sind nach den einzelnen Lokalitäten verschieden gross, mitunter pigmentirt, aber immer mit 4 und 6 bis zu 15 und 20 Fortsätzen versehen. Besonders grosse Ganglienkugeln finden sich z. B. an der Spitze der vorderen Hörner der grauen Spinalsubstanz, in der *Ala cinerea, Locus coeruleus,* graue Rindenschicht des kleinen Gehirns, hier ausgezeichnet weit reichende und feine Aeste abgebend.

§. 160.

Weisse Substanz.

Die weisse Substanz der Nervencentren besteht aus Aggregationen von Primitivfasern, welche einen sehr wechselnden Dickendurchmesser haben, wesshalb man eine ganze Folgenreihe von dicken bis äusserst feinen Fasern unterscheiden kann. Die dicksten Fibrillen kommen in der Regel nur da vor, wo Nerven aus den Centraltheilen entspringen, die feinsten sind am häufigsten in den Randwülsten des grossen und kleinen Gehirns. Alle Nervenfasern gehen zuletzt continuirlich in die Fortsätze der Ganglienkugeln über.

Auch bezüglich der Nervenfasern des Gehirns und Rückenmarkes mangelt noch jede einigermassen gesicherte graphische Darstel-

lung. Die Angaben, wie die Fasern sich im Rückenmark zu Strängen ordnen, weiter verlaufen und im Gehirn ausstrahlen, lauten daher sehr verschieden und sind alle mehr oder weniger von muthmaasslichem Charakter. Da meine eigenen über diesen Gegenstand angestellten Beobachtungen etwas abgerissen sind, mir also ein zusammenhängendes Material abgeht, so ziehe ich vor, die Resultate, welche *R. Wagner* aus seinen zahlreichen Präparationen zusammengestellt hat, mit seinen eigenen Worten wiederzugeben.

Die durch die hinteren Rückenmarkswurzeln eintretenden Fasern sammeln sich in drei Hauptbündel, indem

a) ein Theil der rein sensitiven Fasern ohne mit Ganglienzellen sich zu combiniren zum Gehirn aufsteigt und hier also wohl die bewussten Empfindungen erregt.

b) Ein zweiter Theil der rein sensitiven Fasern combinirt sich mit den in der grauen Substanz der Hinterhörner einen Haufen bildenden und sonst einzeln zerstreuten kleineren multipolaren Ganglienzellen, von wo aus dann wieder Fasern nach oben zum Gehirn aufsteigen, während andere hinter dem Centralkanal als reine Commissurfasern zu einzelnen Ganglienzellen der Hinterstränge der andern Seite herübertreten.

c) Ein dritter Theil der Fasern, der sehr beträchtlich ist, vermittelt keine Empfindungen, sondern geht zu den grossen multipolaren Ganglienzellen jeder Seitenhälfte in den entsprechenden Vordersträngen, von denen Fasern für die motorischen vorderen Wurzeln abgehen.

Alle aus den vorderen Wurzelreihen eindringenden Fasern scheinen sich mit den grossen Massen von multipolaren Ganglienzellen zu verbinden, welche in den Vorderhörnern der grauen Substanz liegen. Es ist wahrscheinlich, dass die Vorderstränge und der grösste Theil der Seitenstränge nur aus Fasern gebildet werden, welche von den Fortsätzen der Ganglienzellen stammen und in die motorischen Wurzeln übergehen, und anderen, welche aus den Ganglienzellen nach oben zum Gehirn verlaufen. Jede Ganglienzellen repräsentirt mithin ein kleines System von Fasern, welche theils nach oben zum Gehirn, theils (in der Mehrzahl) nach der Peripherie, theils in den queren Fasern der vorderen Commissur zur Verbindung eines Theils der Ganglienzellen beider Seitenhälften des Rückenmarks dienen.

Dieselben Verhältnisse kehren für das verlängerte Mark wieder; nur finden hier so zu sagen noch kunstreichere Anordnungen auf kleinerem Raum statt, indem die sog. Nervenkerne, d. h. Aggregate von multipolaren Ganglienzellen, viel mehr gesonderte und doch wieder eigenthümlich verbundene Systeme von Ganglienzellen darstellen.

Complizirter, aber in den Grundverhältnissen ganz analog, erscheinen die Anordnungen für die in das Gehirn eingeschobenen

Centralapparate der Sinnesorgane. Durch den Sehstreifen treten die centralleitenden feinen Primitivfasern zunächst in die Kniehöcker. Letztere sind nichts anders als Anhäufungen von multipolaren Ganglienzellen, mit denen sich gewiss bei weitem die grösste Zahl der Sehnervenfasern combinirt. Insbesondere der äussere Kniehöcker erscheint als ein höchst reicher Ganglienzellenapparat, der, wie er Fasern aus dem Sehstreifen aufnimmt, andere entlässt, welche durch die Arme der Vierhügel zu diesen treten. Die Vierhügel sind das zweite System von Ganglienzellenaggregaten, mit denen die Sehnervenfasern Combinationen eingehen. Von diesen aus treten die Fasern in die Tiefe und es erfolgen Combinationen mit dem verlängerten Mark durch die Schleife (*Laqueus*) und Verbindungen mit Ganglienzellenaggregaten (Nervenkernen) auf dem Boden der Sylvischen Wasserleitung mit den Kernen des *Nervus oculomotorius*. Endlich ist der *Thalamus* der vierte und grösste Aggregat von multipolaren Ganglienzellen, von welchen wenigstens ein grosser Theil mit den Sehnervenfasern eine Verbindung eingeht, während ein anderes aus dem Sehhügel entspringendes System von Fasern die weitere Verbindung mit den Grosshirnlappen vermittelt. Wir haben auf solche Art Einrichtungen, durch welche die auf den Enden der Retinafasern empfangenen Eindrücke den Ganglienzellenapparaten in den Kniehöckern, Vierhügeln, Sehhügeln zur Verarbeitung überliefert werden, ehe sie schliesslich dem grossen Gehirn zur letzten Phase der Innervation mitgetheilt werden, um in den Kreis seelischer Wahrnehmung als vollendete Gesichtsvorstellung zu gelangen.

Im grossen und kleinen Gehirn endigt wenigstens ein grosser Theil der durch die Gross- und Kleinhirnschenkel eintretenden Fasern, d. h. geht in Ganglienzellen unter. Diese Gegenden scheinen für das grosse Gehirn das Ganglienzellensystem der Streifenhügel und der letzten Abtheilung des Linsenkernes zu sein, für das kleine Gehirn der gezahnte Kern. Die aus der anderen Seite jener Ganglienzellenaggregate entspringenden Fasern sind ganz anderer Natur; sie vermitteln die Wechselwirkungen mit den multipolaren Zellen der Randwülste. Die ganze Oberfläche des kleinen Gehirns zeigt beim Abtragen am lebenden Thier nicht die geringsten Spuren von Schmerz oder von Muskelzuckung. Erst die Verletzung der tiefsten an die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina* und *Crura ad medullam oblongatam* streifenden Schichten erregt Schmerz und Krämpfe. Die *Corpora dentata* scheinen die anatomische Grenze dieser physiologischen Erscheinung zu sein. Analog verhalten sich die Hemisphären des grossen Gehirns, welche gleichsam auch nur als dem Mittelhirn aufgesetzte Gebilde erscheinen.

Wichtige Mittheilungen über die Nervenursprünge im Gehirn sind jüngst von *Jacubowitsch* und *Owsjannikow* veröffentlicht worden, die, wenn sie sich bewahrheiten, den *Wagner*'schen Sätzen

eine bedeutende Stütze geben. (Bull. de l'acad. de Petersbourg, class. phys.-math. Tom. XIV. Nr. 323, ich gebe den von *Funke* in den *Schmidt*'schen Jahrb. 1856, Bd. 89 besorgten Auszug wieder.) Die genannten Forscher sind nämlich zu dem Ergebniss gekommen, dass zwei anatomisch und funktionell verschiedene Klassen von Nervenzellen im Gehirn existiren, grosse, wie die des Rückenmarks, für die Bewegung, kleine für die Empfindung. Der *Nervus olfactorius, opticus* und *acusticus*, also die drei reinen Empfindungsnerven, entspringen von kleinen Zellen mit feinen Ausläufern. Diese kleinen Zellen sind 3—4mal kleiner als die grossen Zellen, wie sie sich in den vorderen Hörnern der grauen Rückenmarkssubstanz finden, sie sind heller gefärbt, grau, weiss, mehr oval, ihre Ausläufer, 3 — 4 an der Zahl, sind 3 — 4mal feiner, als die Ausläufer jener grossen Zellen. Alle übrigen Hirnnerven haben einen gemischten Ursprung von grossen und kleinen Zellen: a) der *N. oculomatorius* entspringt in den Vierhügeln von den kleinen Zellen, die um den *Aquaeductus Sylvii* massenhaft gelagert sind. Letztere legen sich an die dickeren Ausläufer der grossen Zellen an, welche nach unten zu vom *Aquaeductus* zu beiden Seiten rechts und links liegen. Diese dicken und feinen Fäden bilden die Wurzeln des *oculomotorius*. b) Der *N. trochlearis* entspringt ebenfalls von grossen und kleinen Zellen. c) vom *N. trigeminus* entspringt die *Portio minor* von den grossen Zellen zu beiden Seiten des Bodens der Rautengrube. Die *Portio major* kommt von kleinen Zellen im *Corpus restiforme* und *olivare*. d) *Abducens* und *Facialis* sind ebenfalls gemischt. Aus diesen Thatsachen schliessen die Verfasser: die grossen Zellen sind Bewegungszellen, und die kleineren Zellen mit den feinen Ausläufern sind Empfindungszellen. Ferner, die grossen Hemisphären des Gehirns bestehen nur aus kleinen Zellen mit feinen Ausläufern, die zum Centrum gehen. Es existire eine Commissur zwischen allen Nervenzellengruppen: an der Oberfläche des kleinen Gehirns finden sich grosse Zellen, welche Achsencylinder zur Peripherie schicken, die sich mit einander verbinden und ungemein fein theilen. Zum Centrum schicken diese grosse Zellen auch Aeste, die sich mit feinen Zellen verbinden und von diesen erst gehen die Nervenfäden ab, welche die weisse Substanz des kleinen Gehirns bilden.

§. 161.

Hüllen der Nervencentren.

Die häutigen Umhüllungen des Gehirns und Rückenmarkes, die sog. *Dura mater*, *Arachnoidea* und *Pia mater* bestehen aus Bindegewebe, das in der sehnig glänzenden harten Haut am mächtigsten vorhanden ist und zahlreiche elastische Fasern enthält, zarter ist die Spinnwebehaut, doch auch noch mit elastischen Elementen versehen; am dünnsten erscheint das bindegewebige Stratum in der Gefässhaut und ohne elastische Fasern. Die freien Flächen der *Dura mater* und *Arachnoidea* sind mit einem Plattenepithel überzogen. Sowohl in der

harten Haut, als auch in der *Pia mater* finden sich Nervenfasern, die den Häuten selber angehören. Die *Pia mater* trägt ein sehr dichtes Gefässnetz, das für das Gehirn und Mark bestimmt ist und sich in letztere Organe einsenkt. Die Fortsetzungen der *Pia mater* in die Gehirnhöhlen, die *Plexus choroidei*, bestehen ebenfalls aus einer bindegewebigen Grundsubstanz mit äusserst dichter Gefässverzweigung und aussen liegt ein Epithel, dessen Zellen insofern eigenthümlich sind, als sie nach unten in stachelartige Verlängerungen ausgehen und der gelbkörnige Inhalt meist noch einen bis zwei Fetttropfen enthält. Flimmercilien existiren an diesen Zellen nicht.

Die häutige Ueberkleidung (Ependyma) der Gehirnhöhlen, sowie des Rückenmarkkanales, kommt dadurch zu Stande, dass die zarte Bindesubstanz, welche die Centraltheile des Nervensystems durchsetzt, an der Wand der Hirnventrikel, namentlich um den Centralkanal des Rückenmarkes sich stark verdickt und von einem (im Gehirn) mehr rundzelligen Epithel gedeckt wird, das beim Erwachsenen im hinteren Ende der Rautengrube und wahrscheinlich längs des ganzen Rückenmarkkanales, wo es aus Cylinderzellen besteht, flimmert. — Bei Neugeborenen und bis an's Ende der ersten Lebensjahre flimmert das Epithel aller Hirnhöhlen. (*Luschka.*)

Erwähnt soll auch noch werden, dass im Ependyma sehr häufig die sog. *Corpora amylacea* angetroffen werden. Es sind rundliche oder semmelförmige Körper, gelblich und concentrisch geschichtet, über deren chemische Beschaffenheit die Ansichten noch weit auseinander gehen, nach *Virchow* sollen sie aus Cellulose bestehen, nach *Henle* und *H. Meckel* hingegen fettartiger Natur (Cholestrinbildungen) sein. — Eine andere, vielleicht pathologische, am constantesten in der *Arachnoidea*, *Pia mater*, in der Zirbel vorkommende Erscheinung ist der Hirnsand, *Acervulus cerebri*, der unter der Form schaliger, kugliger, maulbeerförmiger oder anderweitiger unregelmässiger Gestalt auftritt und vorzüglich aus kohlensaurem Kalk und einer organischen Substanz besteht. Häufig erscheint er als Incrustation von Bindegewebe.

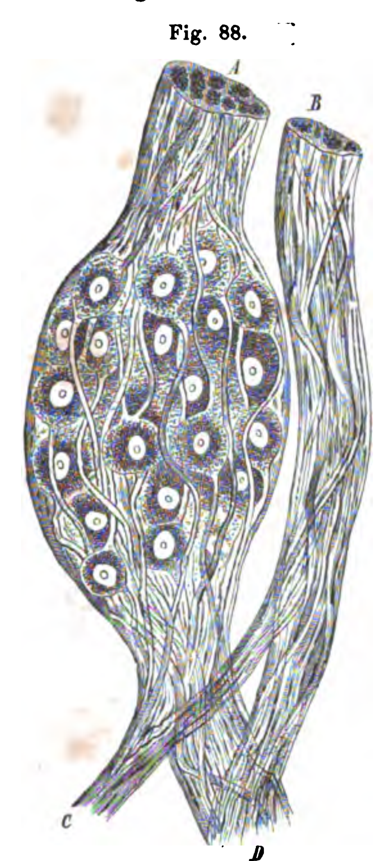
§. 162.

Peripherisches Nervensystem.

Das peripherische Nervensystem wird gebildet von den aus dem Gehirn und Rückenmark entspringenden Cerebral- und Spinalnerven, sowie aus den sympathischen Nerven. In den Nerven sind die Primitivfasern durch Bindegewebe zu gröberen und feineren Strängen vereinigt und da in den Kopf- und Rückenmarksnerven die Primitivfasern dunkelrandige sind, so haben diese Nerven ein weisses, glänzendes Aussehen, bedingt durch die Markscheide der einzelnen Fibrillen. Das Bindegewebe, welches die Primitivfasern zu Bündeln vereinigt, die in ihrer Gesammtheit den Nerven herstellen, heisst Neurilem und zeigt sich wie anderwärts als der Träger der Blutgefässe, welche die Ernährung der Nerven besorgen. Wo das Bindegewebe nur eine geringere Zahl von Nerven-

fäden umhüllt, bildet es lediglich eine strukturlose, kernhaltige Scheide (bei uns längst bekannt, von *Robin* jüngst unter dem Namen Périnèvre als etwas Neues behandelt). In den sympathischen Nerven kommen sowohl dunkelrandige und dann meist sehr dünne Primitivfasern vor, als auch blasse (*Remak*'sche) Nerven; treten letztere in überwiegender Mehrzahl auf, so verliert der Nerv sein weissglänzendes Aussehen, er wird grauweiss oder grauröthlich und ist auch minder fest als ein glänzendweisser Cerebrospinalnerv.

Fig. 88.



Ein Ganglion spinale.

A Sensible Wurzel, an ihr das Ganglion mit den bipolaren Ganglienkugeln, B die motorische Wurzel, C hinterer Ast des Rückenmarksnerven, D vorderer Ast. (Starke Vergr.)

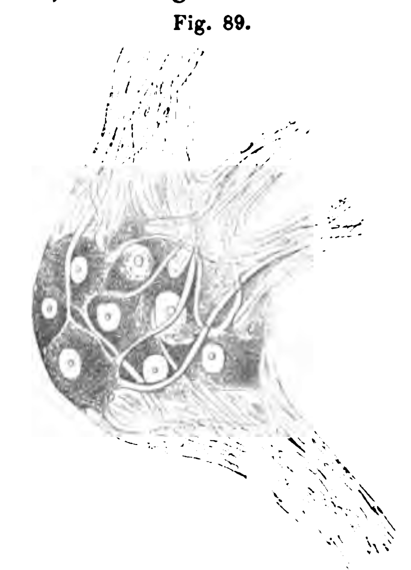
Ganglien.

Am peripherischen Nervensystem finden sich zahlreiche knotenartige Anschwellungen oder Ganglien. Sie bestehen aus einer äusseren bindegewebigen Hülle, der Fortsetzung des Neurilems, welche nach innen ein Fächerwerk abgiebt und damit zugleich die Blutgefässe in's Innere leitet. Die wesentliche Substanz des Ganglions sind Ganglienzellen und Nervenfibrillen. Es zeigt sich nach

den neueren Untersuchungen von *Remak*, dass die Ganglien in Anbetracht der Beschaffenheit ihrer Nervenzellen von verschiedener Natur sind, die einen nämlich, zu denen die Spinalganglien, sowie die Ganglien des *Trigeminus* und *Vagus* gehören, haben nur unipolare und bipolare Ganglienzellen, sie erscheinen unipolar dadurch, dass die beiden Fortsätze dicht neben einander entspringen, oder sich der eine Fortsatz nach kurzem Verlauf theilt. Die Nervenknoten des sympathischen Systems hingegen besitzen vorzugsweise multipolare Ganglienzellen, deren Fortsätze in Nervenfasern übergehen.

Wie die Nervenfibrillen in der Peripherie des Körpers endigen, vergl. Muskeln, Haut, Sinnesorgane etc.

Fig. 89.



Ein sympathisches Ganglion mit multipolaren Ganglienzellen. (Starke Vergr.)

§. 163.

Physiologisches.

Man betrachtet wohl seit Langem die graue Substanz als den Theil des Nervensystems, von welchem die höheren Leistungen des Nervenlebens ausgehen, während die weisse Substanz und die Nervenfasern nur als Leitungsapparate fungiren. Die Wirkung, welche die graue Substanz auf die Nervenfasern ausübt, liess man auf dem Wege der Contiguität geschehen, und die sog. Reflexerscheinungen leitete man davon ab, dass die Erregung einer Nervenfaser über ihre Scheide hinaus auf andere zunächst liegende übertragen werde. Die anatomische Grundlage, wie sie oben vorgeführt wurde und wonach die Nervenelemente, die Ganglienzellen und Nervenfasern durch bestimmte Verbindungen unter einander ein zusammenhängendes Gerüst bilden, nöthigt uns, die Theorie von einer Wirkung der Ganglienzellen auf die Nervenfasern durch blosse Contiguität aufzu-

geben und alle Innervationserscheinungen zu basiren auf die Verbindungen von einzelnen Ganglienzellen und grösseren Ganglienzellenaggregaten, als eigenthümlichen Innervationsprovinzen von verschiedener physiologischer Dignität, unter sich und mit centralen peripherischen Nervenbahnen. *(R. Wagner.)*

Unter den Methoden in die Struktur des Gehirns und Rückenmarkes einzudringen hat sich die von *Stilling* zuerst gebrauchte am förderndsten erwiesen, welche darin besteht, dass man feine Quer- und Längsschnitte vom Rückenmark aus anfertigt. Als Härtungsmittel bediente sich *Stilling* des Alkohols, den man gegenwärtig allgemein mit der weit dienlicheren Chromsäure vertauscht hat. — Die multipolaren Ganglienzellen in den Centralorganen wurden von *Purkinje*, *Joh. Müller* und *Remak* (1837) aufgefunden und längere Zeit hielt man sie für eine blosse Belegungsformation der Fasern. Der Zusammenhang der multipolaren Ganglienzellen mit Nervenfasern im Rückenmark und Gehirn wurde zuerst durch *Stilling*, *R. Wagner* und *Leuckart* dargethan. Die Mittheilungen *R. Wagner's* haben trotz der Widersprüche von mancher Seite in neuerer Zeit durch die unter *Bidder's* Leitung erschienenen Arbeiten von *Schilling*, *Owsjannikow* und *Kupfer*, von denen unten die Rede sein wird, eine glänzende Bestätigung erhalten und müssen als wirkliche Bereicherungen unseres anatomischen Wissens gelten. — Die Entdeckungen *Remak's* über multipolare Ganglienzellen in den sympathischen Ganglien stehen im Monatsbericht d. Berl. Ak. Januar 1854. *Remak* fand Zellen mit 3 bis 12 Fortsätzen. Besonders zahlreiche Verästelungen kommen in den Ganglienzellen des *Plexus solaris* vor. Er glaubt aus seinen Beobachtungen schliessen zu müssen, dass sich die multipolaren Ganglienzellen sowohl mit sensiblen Fasern und Zellen in den hinteren Wurzeln, als mit motorischen Fasern in den vorderen Wurzeln anatomisch combiniren. —

Die stachelartigen nach unten gekehrten Verlängerungen an den Epithelzellen der *Plexus choroidei* hat zuerst *Henle* beschrieben; diese Bildungen stehen nicht ganz isolirt, denn auch das Epithel in den sog. Schleimröhren des *Notidanus* (die eigentlich nervöse Apparate vorstellen), läuft in ähnliche, aber frei vorragende Stacheln von verschiedener Länge aus, ebenso gewisse Epithelzellen in der Schnecke des Gehörorganes bei verschiedenen Wirbelthieren. *Luschka* sah übrigens auch die stachelförmigen Fortsätze der Adergeflechte des Menschen zuweilen über das Niveau der übrigen Epithelzellen frei hinausragen. *Günther* will bei einem Menschen nach dem durch Selbstmord erfolgten Tode Flimmerhärchen an den *Plex. choroid.* angetroffen haben, was ich nach Untersuchungen an einem Hingerichteten (Würzb. Verh. Bd. V.) nicht bestätigen konnte, obwohl die Zellen in bester Lage waren und der scharfe Rand der Epithelschicht an den verschiedensten Stellen genau betrachtet wurde. Doch glaubt *Luschka* beim Neugebornen Flimmerhärchen zu bemerken.

Der Streit über die Natur der *Corpora amylacea* dürfte sich noch mehr verwickeln, da *Remak* gefunden hat, dass auch der Hirnsand, wenn er mit Jod und Schwefelsäure behandelt wird, die von *Virchow* an den *Corp. amyl.* entdeckte Eigenschaft hat. Behandelt man nämlich den Hirnsand mit Jod und setzt dann Schwefelsäure hinzu, so sieht man unter dem einfachen Mikroskop von den Körnerhaufen einen blauen Strom ausgehen, innerhalb dessen die Gypskrystalle und zwar mit blauer Farbe anschiessen. Nimmt man sehr verdünnte Schwefelsäure, so bilden sich die blauen Krystalle innerhalb der Körner selbst, und da die letzteren noch ihr gelbbraunes Ansehen bewahren, so zeigt sich stellenweise ein grünes Farbenspiel.

Zehnter Abschnitt.

Vom Nervensystem der Wirbelthiere.

§. 164.

Die Nervencentren, Gehirn und Rückenmark, bestehen aus Bindesubstanz mit den Blutgefässen, Ganglienzellen und Nervenfasern. Vom Gehirn der Selachier hatte ich schon früher angegeben, dass die graue Substanz durch zarte bindegewebige und gefässhaltige Umhüllungen in kugelige (beim Landsalamander in längliche, zur Höhle der Hemisphäre radiär gerichtete) Massen geschieden werde, besonders aber ist in den Arbeiten von *Bidder* und seinen Schülern *Owsjannikow* und *Kupfer* dem Bindegewebe in den Nervencentren der Fische und Batrachier eine grössere Aufmerksamkeit zugewendet worden. Die durchsichtige grauliche Substanz, welche bei verschiedenen Fischen in wechselnder Ausdehnung den Centralkanal des Rückenmarkes umgiebt, besteht lediglich aus Bindegewebe mit verästelten Bindegewebskörperchen. Von dieser Bindegewebshülle des Centralkanales geht nach vorn und hinten je ein Fortsatz bis zur *Pia mater* und bildet so die vordere und hintere Rückenmarksspalte. Es gehen aber noch ausserdem von der Bindegewebsmasse eine Anzahl feiner Bündel durch die weisse Substanz bis zur *Pia mater*, wodurch sie in eine Anzahl von Faszikeln zerfällt wird. Aber auch die Ganglienzellen sind in Bindegewebe eingebettet, welches hier besonders weich und hyalin erscheint. Ein ähnliches Stroma von Bindesubstanz für die nervösen Elemente lässt sich, wie *Kupfer* gezeigt hat, vom Rückenmark des Frosches nachweisen. Von der *Pia mater* aus durchzieht ein bindegewebiges Fachwerk das Rückenmark und häuft sich wie bei Fischen und dem Menschen besonders um den Centralkanal an, wo sie bisher fälschlich als graue Nervensubstanz beschrieben wurde. In dem Bindegewebe lassen sich Bindegewebskörperchen und aus ihnen hervorgegangene elastische Fasern unterscheiden.

§. 165.

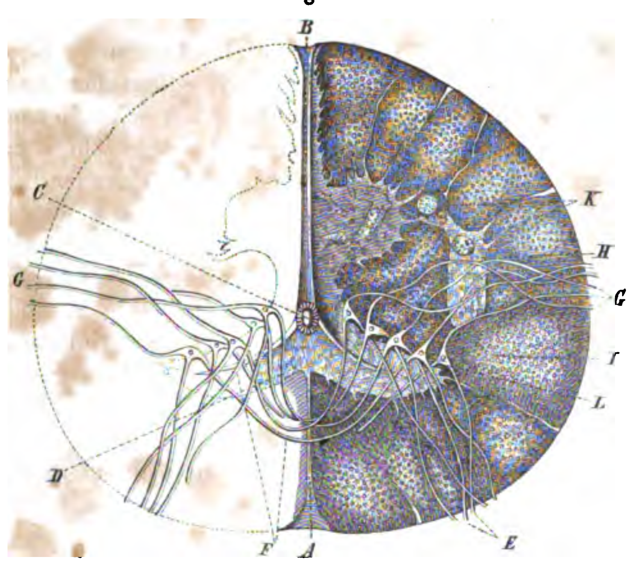
Ganglienzellen und Nervenfasern vom Gehirn und Rückenmark.

Anlangend die nervösen Elemente, so findet *Owsjannikow* im Rückenmark von *Ammocoetes* und *Petromyzon* zwischen jenen sehr breiten, von *Joh. Müller* zuerst beschriebenen Nervenfasern grosse runde Ganglienzellen, welche zwei breitere Ausläufer nach dem Kopfe und Schwanze zu schicken; an herausgenommenen Zellen sieht man diese Ausläufer sich in viele feine Fäserchen spalten. Besondere Lagen im Rückenmark bilden spindelförmige Zellen, von denen vier

bis fünf Ausläufer in folgender Ordnung sich abzweigen: ein Ausläufer geht quer durch die Längsfasern in die hintere Wurzel eines Rückenmarksnerven, ein zweiter geht in die vordere Nervenwurzel, ein dritter steigt zum Gehirn auf, ein vierter geht als Commissurfaser quer zur anderen Hälfte über. Der zuweilen vorhandene fünfte Ausläufer schien sich mit einem Ausläufer einer zwischen den breiten Nervenfasern gelegenen runden Zelle zu verbinden.



Fig. 90.



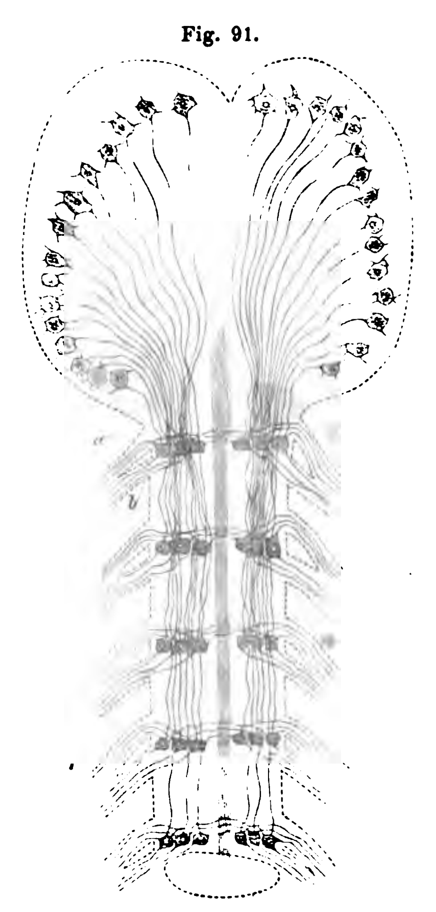
Querschnitt des Rückenmarks von Salmo salar, nach *Owsjannikow*. A vordere Rückenmarksspalte, B hintere, C Centralkanal, von Cylinderepithel ausgekleidet, D Bindegewebe, welches den Centralkanal umgiebt und Fortsätze in die hintere und vordere Rückenmarksspalte schickt, E vordere Wurzel, F Commissurfasern, G Fasern der hinteren Wurzel, H Bindegewebe, I die Nervenfasern der weissen Substanz quer durchschnitten, K Blutgefässe, quer durchschnitten, L Ganglienzellen.

Die Nervenfasern des Rückenmarks sind einmal feine, welche auf beiden Seiten der *Medulla* die äusserste Schicht bilden, und zweitens die s. g. *Müller*'schen Fasern, jene kolossal breiten, welche sich zu beiden Seiten des Centralkanales finden. Sie haben nicht im ganzen Rückenmark denselben Durchmesser, sind gegen den Kopftheil am breitesten, verschmälern sich aber an der Schwanzgegend so beträchtlich, dass sie endlich nur vom Breitendurchmesser der übrigen Längsfasern sind. Im verlängerten Mark gehen sie in grosse runde Ganglienzellen über. — Die Nervenzellen in der *Medulla* anderer Fische (*Lucioperca sandra*, *Esox lucius*, *Salmo salar*, *S. trutta*, *Acipenser sturio*, *Thymallus* etc.), welche zwischen den Längsnervenfasern im Bindegewebe eingebettet sind, haben eine meist dreieckige Gestalt, Kern und Kernkörperchen. Von jeder solchen Zelle sieht

man drei Ausläufer nach drei Richtungen ausgehen, von denen der eine bis in die vordere Wurzel, der zweite bis in die hintere Wurzel, der dritte vor dem Centralkanal zur anderen Hälfte des Rückenmarks geht und sich mit einer entsprechenden Zelle derselben verbindet.

Auf Längsschnitten des Rückenmarkes kann man jede Faser einer vorderen Wurzel bis zu einer Nervenzelle verfolgen und sieht aus jeder solchen Zelle eine zweite Faser nach oben aufsteigen. So entsteht die weisse Substanz, deren nahezu parallele Fasern bis zu den Nervenzellen des Gehirns gehen; aus dieser Entstehungsweise erklärt sich auch, warum die weisse Substanz vom Schwanze nach dem Kopf immer mehr an Dicke zunimmt.

Fig. 91.



Schematische Figur zur Erläuterung des Faserverlaufes im Rückenmark.

a vordere, b hintere Wurzel. Man sieht, wie immer, eine sensible und motorische Faser in einer Ganglienzelle zusammentreffen, aus der eine Faser zum Gehirn aufsteigt und ein anderer Ausläufer als Commissurfaser zu den Ganglienkugeln der andern Rückenmarkshälfte geht.

§. 166.

Das Rückenmark des Frosches verhält sich nach *Kupfer* im Wesentlichen ebenso wie das der Fische. Die grossen Nervenzellen sind nach aussen von der bindegewebigen, den Centralkanal umgebenden grauen Substanz in drei Säulen angeordnet und jede Zelle hat meist drei (nicht selten vier) Ausläufer; die zwei seitlichen gehen in die beiden Nervenwurzeln, der dritte vordere und vierte untere verlieren sich gegen die vordere Spalte zu und wahrscheinlich dient wie bei den Fischen der dritte als Commissurfaser zu Zellen der anderen Rückenmarkshälfte. Die Nervenfasern, die weisse Substanz bildend, nehmen wieder die beiden äusseren Seitentheile des Rückenmarkes ein.

§. 167.

Zirbel und Hirnanhang.

Etwas eigenthümliche Partien des Gehirns sind die Zirbel und der Hirnanhang, indem sie mehr oder minder deutlich den Bau der s. g. Blutgefässdrüsen zu erkennen geben. Bei Fischen (Stör z. B.) besteht die Zirbel aus ziemlich derbhäutigen, von vielen Blutgefässen umsponnenen Blasen oder Schläuchen mit Ausbuchtungen; ganz ähnlich ist sie bei Reptilien (Salamander, Proteus, Blindschleiche, Eidechse); in den Stiel der Zirbel treten sehr allgemein einige dunkelrandige Nervenfibrillen herein. Bei Säugethieren (*Mus musculus* wenigstens) ist die Zirbel vom Bau des Hirnanhanges der Reptilien. Der Hirnanhang nämlich, zwar ganz analog der Zirbel construirt, zeigt sich doch darin verschieden, dass die Bindesubstanz, welche die blasenartigen Räume herstellt und die Blutgefässe trägt, zarter als bei der Zirbel ist, und während die Blasen und Schläuche der letzteren mit einem einfachen Epithel ausgekleidet sind, werden sie im Hirnanhang mit rundlichen Zellen (Stör, Rochen) oder mit feiner Punktmasse und Kernen (Reptilien) dicht erfüllt, verlieren daher mehr oder minder ihren blasigen Charakter und werden zu soliden Ballen.

§. 168.

Häutige Umhüllungen.

Die häutigen Umhüllungen der Nervencentren stimmen bei den Säugethieren wohl im Allgemeinen mit denen des Menschen überein. Es ist eine harte Haut, eine Spinnwebenhaut und Gefässhaut vorhanden; ob bei den Vögeln noch eine besondere *Arachnoidea* da ist, möchte zweifelhaft sein, und für Amphibien und Fische scheint der Mangel einer eigenen hautartigen *Arachnoidea* gewiss. Statt ihrer spannt sich bei Fischen, deren Gehirn die Schädelkapsel nicht ausfüllt, zwischen *Dura mater* und *Pia mater* ein bindegewebiges Netzwerk hin, das zur Aufnahme von Gallerte (*Galeus canis*, *Scymnus lichia*), oder Fettzellen (viele Teleostier) dient, oder auch leer sein kann (*Raja clavata*, im Leben wahrscheinlich mit Flüssigkeit gefüllt). Beim Stör liegt hier eine weiche, pulpöse Masse, deren feinerer Bau an die

Lymphdrüsen erinnert. Die harte Haut ist immer aus festem Bindegewebe geformt, hat mitunter auch viel schwarzes Pigment (Hammerhai z. B.); bei vielen Säugethieren verknöchert der unter dem Namen Hirnzelt (*Tentorium cerebelli*) bekannte Fortsatz, bei Vögeln auch zum Theil der Sichelfortsatz, was sich beim Schnabelthier noch einmal wiederholt.

Die *Pia mater* ist immer äusserst gefässreich, hat auch eigene Nervenfasern (Stör) und ist bei niederen Wirbelthieren häufig pigmentirt. Sie hat ferner eine entschiedene Neigung zu kalkigen Ablagerungen; in wie weit bei den Säugethieren Hirnsand vorkommt, ist noch nicht bekannt (*Sömmering* will ihn bloss beim Dammhirsch, *Malacarne* bei der Ziege gefunden haben); hingegen beobachtet man Kalkablagerungen in den Epithelzellen der *Plexus choroïdei* *) bei Rochen und Haien. Der Stör, das Neunauge sollen auch „härtere Scheibchen“ an den Umhüllungen des Gehirns haben, und die zahlreichen Kalkkrystalle, welche bei nackten Reptilien die Gefässhaut bedecken, gehören ebenfalls hierher.

Die *Plexus choroidei* vielleicht aller Wirbelthiere flimmern. Von den Säugethieren hatte *Valentin* längst die Flimmerung dieser Theile angegeben, während ich sie in mehreren Fällen vermisste; vor Kurzem indessen prüfte ich abermals junge (noch blinde) Katzen hierauf und überzeugte mich von der Anwesenheit des Cilienspieles. Auch bei anderen Wirbelthieren tragen sie ein deutliches Wimperepithel: bei Vögeln (ich sah es bei der Taube), Fischen (Selachiern, Stör) und Amphibien (Frosch, Landsalamander). Ebenso verbreitet ist die Flimmerung des aus Bindegewebe und Epithel zusammengesetzten Ependyma's der Gehirnhöhlen. Ich sehe es deutlich flimmern beim Kaninchen und Eichhörnchen im vierten Ventrikel, die Zellen sind kurz cylindrisch, der Kern und die Cilien gut sichtbar; an neugeborenen Hunden und Spitzmäusen wimpert das Ependyma aller Hirnhöhlen, wo die Cilien zwar sehr zart, aber deutlich sind. Auch bei Haien (an einem Gehirn in Chromsäure) glaube ich sehr feine Cilien auf langen, schmalen Zellen wahrzunehmen, welche die Hirnhöhlen begrenzen. Am lebenden Thier war nichts davon bemerkt worden. — Das Ependyma um den Centralkanal des Rückenmarks bildet am s. g. *Sinus rhomboidalis* der Vögel eine dicke, die rautenförmige Grube ausfüllende Masse und zeigt die Struktur des gallertigen Bindegewebes.

---

*) Bei den Knochenfischen sollen nach der Angabe Mancher die *Plexus choroidei* fehlen, was nicht richtig ist; sie sind zwar weniger entwickelt, aber doch deutlich vorhanden, besonders am vierten Ventrikel, und haben den gleichen histologischen Bau wie bei andern Thieren, d. h. bestehen aus Bindegewebe, zahlreichen, in den Stämmen häufig pigmentirten Blutgefässen und dem leicht vergänglichen Epithel, das bei *Salmo Salvelinus* z. B. nicht den gewöhnlichen körnigen Inhalt hat, sondern sehr hell ist.

§. 169.

Peripherisches Nervensystem.

Der Bau des peripherischen Nervensystemes stimmt wieder in den Hauptzügen mit dem des Menschen überein; es besteht aus den cerebrospinalen, sowie sympathischen Nervensträngen sammt den dazu gehörigen Nervenknoten. Das Bindegewebe, welches die nervösen Elemente sondert und vereinigt, das s. g. Neurilem, erscheint in den Kopfnerven mancher Plagiostomen schwarz pigmentirt. Die Färbung geschieht erst beim Austritt aus der Hirnkapsel, und weil sich die Pigmentzellen auch auf die Fortsetzungen des Neurilems in's Innere der Nerven erstrecken, so erscheinen auch die sekundären Faszikel schwärzlich. Dies ist der Fall z. B. vom *Trigeminus* des *Galeus canis*, vom *Opticus* mehrerer Rochen u. a. Beim Frosch gehört die Pigmentirung der sympathischen Nerven lediglich der abstreifbaren Hülle an; hier sind auch im Neurilem zahlreiche Fetttträubchen. Ferner ist die Menge und Stärke des Neurilems grossem Wechsel unterworfen; in das Ganglion *Trigemini* von *Scymnus lichia* z. B. ist weit mehr Bindegewebe eingemischt, als in denselben Theil bei *Chimaera monstrosa*, wesshalb auch hier bei der Behandlung des Ganglions mit Nadeln die Nervenfasern gar leicht auseinanderfallen.

Die Nervenfasern scheiden sich sehr allgemein in dunkelrandige (mit Fettscheide versehene) und in graue (*Remak*'sche Fasern). Die ersteren, verschieden breit (bei Fischen stösst man auf die breitesten dunkelrandigen Fasern), setzen hauptsächlich die cerebrospinalen Nerven zusammen; die der zweiten Art bilden die vorherrschenden Elemente des *Sympathicus*, wobei in Erinnerung gebracht werden soll, dass es zwischen den echt dunkelrandigen und den echt blassen (oder *Remak*'schen) Fasern sichere Uebergangsformen giebt, wie ich dergleichen im Grenzstrang vom erwachsenen Salamander beschrieben habe. Von vielfachem Interesse ist, dass unter den Wirbelthieren die Cyklostomen gar keine Nerven mit der Mark- oder Fettscheide besitzen, sondern alle Nervenfasern nur aus der zarten Hülle und der dem Achsencylinder entsprechenden granulär-streifigen Nervensubstanz bestehen. *Petromyzon*, *Ammocoetes* nähern sich mit dieser Vereinfachung den wirbellosen Thieren.

§. 170.

Die Nervenzellen oder Ganglienkugeln sind in den Spinalganglien und dem des *Trigeminus* und *Vagus* bipolar (bei *Chimaera monstrosa* sah ich a. a. O. im Knoten des *Quintus* eine sehr grosse Ganglienkugel mit vier Nervenfasern — zwei central, zwei peripherisch gerichteten — in Verbindung). In den sympathischen Ganglien scheinen die multipolaren Ganglienzellen vorzuherrschen. Bei Säugethieren fand *Remak* multipolare Zellen, wie schon oben erwähnt, mit 3—12 Ausläufern, zum Theil durch Verästelung entstanden. Die Zahl der Ausläufer richtet sich nach der Zahl der mit dem Ganglion verbundenen Nerven, sie ist in den Grenzganglien kleiner als im *Plexus*

solaris. Bei Fischen und Batrachiern sieht man im *Sympathicus* anscheinend nur unipolare Ganglienkugeln, allein sie dehnen sich nach einer Seite zu einem Fortsatz aus, welcher sich durch sehr blasse, kaum sichtbare Conturen auszeichnet; eine grössere oder geringere Strecke vom Ursprung entfernt, theilt sich dieser Fortsatz in zwei Aeste, welche zu sympathischen Fasern werden und immer nach derselben Richtung verlaufen (*Küttner*). Wenn sich, was wahrscheinlich ist, letztere weiter hin theilen, so können diese unipolaren Zellen den multipolaren dadurch gleichwerthig werden. Die apolaren Ganglienzellen sind immer verstümmelte Objekte.

Sehr merkwürdig verhalten sich die sympathischen Ganglien des Grenzstranges bei Selachiern und Reptilien dadurch, dass die s. g. Nebennieren integrirende Abschnitte der Ganglien bilden, wovon unten.

§. 171.

Als das physiologisch wichtigste Ergebniss, das durch die neueren Forschungen über die Struktur des Nervensystemes der Wirbelthiere gewonnen wurde, muss die Beobachtung betrachtet werden, dass die sensitiven und motorischen Nervenfasern, welche durch die hinteren und vorderen Wurzeln in das Rückenmark hereingetreten sind, in je einer Zelle zusammenkommen, von welcher dann nur eine einzige Leitungsfaser zum Gehirn aufsteigt, um dort sich mit dem Ausläufer einer multipolaren Zelle zu verbinden. Das andere nicht minder wichtige Ergebniss ist die Erfahrung, dass zahlreiche multipolare Zellen im sympathischen Systeme vorkommen, deren Ausläufer als Nerven weiter gehen, und da durch die Gegenwart multipolarer Zellen jedem Gebiet, wo sie nur vorkommen, der Charakter eines Centraltheiles oder einer einheitlichen Mitte zugesprochen werden muss, so ist für die Zukunft eine gewisse Selbständigkeit des *Sympathicus* auch von anatomischer Seite kaum mehr in Abrede zu stellen.

Die unter *Bidder's* Leitung erschienenen werthvollen Arbeiten sind: Mikrosk. Untersuchungen über die Textur des Rükenmarkes von *Ph. Owsjannikow*, Inaug. diss. 1854; über die Struktur des Rückenmarkes bei den Fröschen, insbesondere über die Beschaffenheit der grauen Substanz desselben von *C. Kupfer*, Inaug. diss. 1854; der Ursprung des *Sympathicus* bei Fröschen, aus den Veränderungen durchschnittener Nerven erforscht von *C. Küttner*, Inaug. diss. 1854. Sehr gute Auszüge aus diesen Dissertationen finden sich von *O. Funke* in d. Schmidt'schen Jahrbüchern der ges. Medizin 1855, Bd. 86 Nr. 3. — *Metzler*, de medullae spinalis avium textura, Dorp. — Ueber den Bau der grauen Säulen im Rückenmark der Säugethiere hat auch *Remak* in der deutschen Klinik 1855 S. 295 folgende kurze Mittheilungen gegeben. 1) Jede Zelle tritt mit einer motorischen Nervenwurzelfaser in Verbindung. 2) Die übrigen centralen Fortsätze unterscheiden sich physikalisch und chemisch von jener Faser. 3) Die Zahl der übrigen Fortsätze ist durch zwei theilbar, und eben so viele Fortsätze verlaufen nach dem Kopf, wie nach dem Schwanz, eben so viele nach hinten, wie nach vornen.

Detail über Zirbel und Hirnanhang siehe bei *Ecker* in *Wagner's* Handw. der Phys. und *Leydig*, Unters. über Fische und Rept. — Die Lymphdrüsen-ähn-

liche Masse in der Schädelkapsel des Störs ist weich, grauröthlich, sie besteht aus einem gefässreichen Bindegewebe, welches areoläre Räume bildet, die mit runden, farblosen Körnchenzellen gefüllt sind.

Um die *Plexus choroidei* bei der Taube und der Katze wimpern zu sehen, muss man sie vom frischen Thier untersuchen und zur Befeuchtung *Humor aqueus*, Zuckerwasser u. dgl. nehmen. Da ich diesmal nur junge Thiere untersuchte, so darf man die Frage aufwerfen, ob nicht, wie an der übrigen Auskleidung des Gehirns, die Wimperung bis auf den Bezirk des vierten Ventrikel schwindet. Ueber die Gallertmasse im *Sinus rhomboidalis* der Vögel vergl. Müll. Arch. 1854 S. 334.

Elfter Abschnitt.

Vom Nervensystem der Wirbellosen.

§. 172.

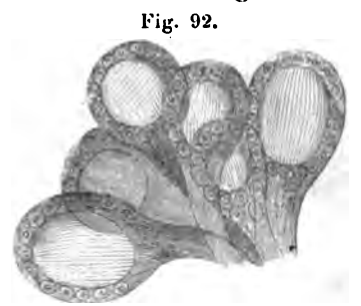
Auch am Nervensystem (den Centren und peripherischen Nerven) der Wirbellosen hat man zu unterscheiden zwischen dem stützenden Bindegewebe und den nervösen Elementen.

Neurilem.

Das Bindegewebe oder Neurilem erscheint entweder durchaus oder wenigstens immer da, wo es zunächst die nervösen Gebilde umhüllt, rein homogen oder leicht streifig und mit einzelnen Kernen versehen. Nach auswärts geht es mitunter zur Verbindung mit der Umgebung in andere Formen der Bindesubstanz über, beim Flusskrebs z. B. in gallertiges Bindegewebe, bei Mollusken in jene zellige Art der Bindesubstanz, wie sie auch sonst zwischen den Organen sich befindet. Wie bei Wirbelthieren kann die Bindesubstanz des Nervengewebes auch pigmentirt sein (*Scolopendra forficata* z. B. zeigt allenthalben über das Neurilem weg violette zerstreute Pigmenthaufen; *Hirudo*, *Haemopis* haben eine äussere stark braun oder schwarz pigmentirte Neurilemhülle, deren weithin verzweigte Pigmentzellen den Bindegewebskörperchen entsprechen); oder die Zellen des Bindegewebes können Kalk enthalten (*Helix*, *Limax* u. a.; in dem Neurilem des Regenwurmes, haben die Kerne zum Theil fetttropfenähnliche *Nucleoli*, ausserdem unterscheidet man noch scharfconturirte, haufenweis gruppirte Körperchen; die kreideweissen undurchsichtigen Kerne, welche *Will* aus den Zellen des Neurilems der Ascidien beschreibt, sind wohl ebenfalls Kalk gewesen). Wo im Körper eines Thieres bis in die feineren Verzweigungen individualisirte Blutgefässe vorkommen, trifft man sie auch im Neurilem (Regenwurm z. B., wo der Bauchstrang sehr gefässreich ist und ebenso die abgehenden Aeste). Das Neurilem gibt am Gehirn und den Ganglien Scheidewände nach innen ab, wodurch Abtheilungen entstehen, in denen die nervösen Elemente verpackt sind. Bei den Arthropoden erscheint die

Sonderung der Ganglien in einzelne Abschnitte schwächer ausgedrückt, als z. B. an den Hirudineen. Noch schärfer wird die Trennung bei den Gasteropoden, wo sich die Portionen des Ganglions bis auf einen gewissen Grad isoliren, so dass sie nur wie durch Stiele untereinander zusammenhängen, und das Nervencentrum nähert sich dadurch in seinen Umrissen dem traubigen Aussehen. Bei *Lymnaeus* z. B. besteht schon das Gehirn aus einer ziemlichen Anzahl einzelner Ganglienportionen und bei *Thetys* stellt diess Organ geradezu eine traubige Masse vor. — Bei sehr niedrig stehenden Thieren (Turbel-

Fig. 92.



Ein Stück vom Gehirn der Thetys. (Starke Vergr.)

larien z. B., auch beim Regenwurm) scheint das Neurilem des Gehirns und der Ganglien sich auf eine einfache Umhüllung, ohne Septenbildung, zu beschränken.

§. 173.

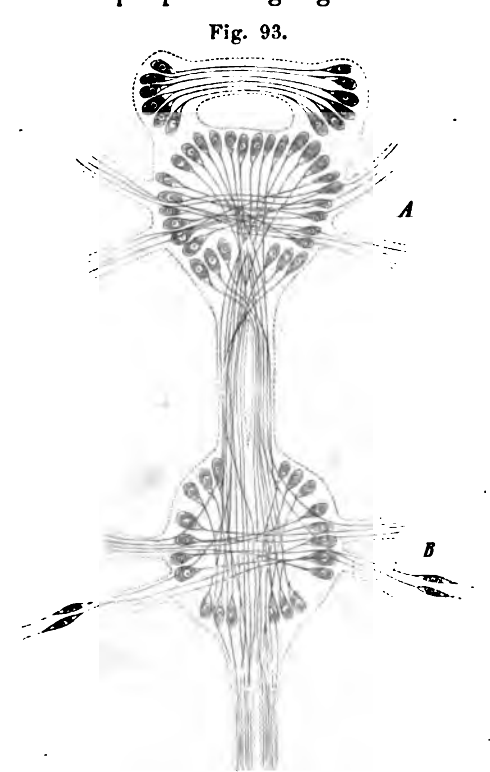
Ganglienkugeln, Nervenfasern.

Die Nervencentren, (Gehirn und Ganglien) sind Aggregate von Nervenzellen und fibrillärer Nervensubstanz, welch letztere wie oben (s. Nervengewebe) erörtert wurde, auch einen mehr ausgesprochenen Charakter wirklicher Fasern angenommen haben kann. Die Ganglienzellen sind entweder ohne Fortsätze (apolar), oder mit einem (unipolar), zweien (bipolar), oder selbst, jedoch selten, mit mehr als zwei Fortsätzen versehen (multipolar), wie solche *Meissner* von *Mermis*, *Hancok* von *Doris*, *Wedl* von *Nematoden* abgebildet haben. Der Verlauf und Zusammenhang aller zelligen und faserigen Elemente unter sich ist übrigens noch von keinem einzigen Thier näher bekannt. Die unipolaren Ganglienkugeln im Gehirn scheinen zum Theil ihre Ausläufer einander zur Verbindung zuzusenden, wodurch jene faserigen Commissuren entstehen, wie man sie bei Egeln (*Piscicola* z. B.), Mollusken sieht, welche die mit Ganglienzellen erfüllten Portionen des Nervencentrums brückenartig verknüpfen. Ein anderer Theil der unipolaren Zellen entsendet seine fibrilläre Substanz sowohl in die unmittelbar vom Gehirn peripherisch sich verzweigenden Nerven, als auch in jene Stränge, welche abermals auf zerstreute Ganglien (bei den Mollusken) oder auch regelmässig geordnete Ganglien stossen, wie bei Anneliden, Arthropoden. An den Ganglien des Bauchstranges vom Blutegel, welche

hierauf namentlich geprüft wurden, ist es durch die Untersuchungen von *Will*, *Helmholtz*, *Bruch* festgestellt, dass abermals unipolare Ganglienzellen ihre nervösen Fortsätze peripherisch entsenden. *Bruch* hat die Topographie der nervösen Elemente in folgender Art näher geschildert. Die Verbindungsstränge, welche vorn in das Ganglion eintreten, gehen am hinteren Ende wieder heraus, ohne sich zu verbinden oder ihre Fasern auszutauschen. An der Eintrittsstelle sowohl, als beim Austritt findet sich eine Einschnürung an jedem Strang, hervorgebracht durch die bindegewebigen Septen des Ganglions. Auch die Seitennerven zeigen diese Einschnürung an den Austrittsstellen. Die Fasern der in das Ganglion eintretenden Verbindungsstränge verlassen nicht alle wieder das Ganglion hinten, sondern ein Bündel derselben geht gleich nach dem Eintritt jederseits zum vorderen, ein anderes zum hinteren Seitennerven. Zu den von den Verbindungssträngen gelieferten Fasern gesellen sich nun neue aus dem Ganglion stammende. Die Ganglienkugeln liegen wie im Gehirn in bestimmten Gruppen beisammen und mischen ihre nervösen Ausläufer den Seitennerven zu und zwar gehen namentlich die oberflächlich und mehr peripherisch gelegenen der einen Seite in die

Faserverlauf bei Egeln, Krustenthieren etc.

Fig. 93.



Schema zur Versinnlichung des muthmaasslichen Faserverlaufes im Gehirn (A) und ersten Bauchganglion (B) von Piscicola.

austretenden Seitennerven der anderen Seite über, so dass eine Durchkreuzung der von beiden Seiten übertretenden Fasern in der Mitte statt findet, während ein anderer Theil der mehr nach innen und unten entspringenden Fortsätze sich nach abwärts schlägt, um mit dem Verbindungsstrange ihrer Seite das Ganglion zu verlassen. Die Fortsätze der beiden hinteren Gruppen der Ganglienkugeln schienen schief nach innen und aufwärts gerichtet und es blieb zweifelhaft, ob sie in die Seitennerven oder aufsteigend in die Verbindungsstränge übergingen.

An den Seitennerven der Egel kommen noch kleinere ganglióse Anschwellungen vor, in denen man anscheinend apolare Ganglienkugeln wahrnimmt, auch sonst sind da und dort einzelne Ganglienzellen in die Substanz der Seitennerven eingeschoben, von denen *Bruch* solche mit doppeltem Faserursprung, einem centralen und einem peripherisch verlaufenden, unterschied.

§. 174.

In den Ganglien des Krebses ist der Faserverlauf nach *Helmholtz* etwas komplizirter. Von einem jeden Ganglion gehen meistentheils an jeder Seite zwei Nervenäste aus und ebenso zwei Verbindungsstränge vorn und hinten zu den benachbarten Ganglien. Die Vertheilung der Nervenfibrillen, welche auf diese Weise mit einem Ganglion in Verbindung treten, geschieht so: ein Theil der Fasern der Verbindungsstränge geht fast gesondert (mit Ausnahme einzelner Fasern, die hin und wieder in das Ganglion eintreten) von den übrigen oberhalb aller Ganglien vorüber und kann daher, wie früher schon *Newport* bei *Astacus marinus* gezeigt hat, leicht abgetrennt werden. Der übrig gebliebene Theil der Nervenverbindungsstränge lässt sich in zwei Partien scheiden, von welchen die untere ganz in die Ganglien übergeht, die obere dagegen zum grössten Theil vorbeizicht und nur wenige Fasern dem Ganglion abgiebt. Daher die Nervenfibren allgemein in untere, in die Ganglion eintretende, und in obere, vorbeiziehende, sich abtheilen lassen, so zwar, dass von der letzteren eine Partie schon in den benachbarten Ganglien endet, der am meisten oberflächlichste aber für die Verbindung fernstehender Ganglien bestimmt ist. Aus den Verbindungssträngen gehen seitlich die Zweige für die Körpertheile ab. *Helmholtz* sieht in dieser Einrichtung des Ganglienstranges bei den Krebsen wesentlich dasselbe, nur nach den Verhältnissen modifizirte Gesetz ausgeprägt, welches auch bei den übrigen Wirbellosen sich zu erkennen gebe. Ein jedes Ganglion ist mit den beiden benachbarten durch diejenigen Fasern verbunden, welche aus ihm zu jenem und von jenem zu ihm übergehen; ausserdem verlaufen oberhalb der Ganglienkette diejenigen Fasern, durch welche entfernter gelegene Ganglien in Verbindung stehen und von denen immer einzelne Fasern zu den betreffenden Ganglien hinabsteigen.

Den Faserverlauf im Bauchwerk der Myriapoden hat *Newport* (1843) folgendermaassen beschrieben. Eine obere und eine untere, der Länge nach verlaufende Partie, enthält getrennt von einander die motorischen und sensiblen Nerven, eine dritte Partie besteht aus transversalen Fasern, welche in den Ganglien von der einen Seite quer nach der anderen herüberlaufen, eine vierte Partie von Fasern gehe an den Seiten der Längskommissuren von dem einen Ganglion zu dem nächstfolgenden. Jeder aus dem Bauchmarke sich abzweigende peripherische Nerv besteht aus Fasern dieser vier Partien.

In der Voraussetzung, dass die neuesten Mittheilungen *Wedl's* über das Nervensystem der Nematoden auf richtigen Beobachtungen beruhen, müssen sie als ein sehr wichtiger Beitrag zur histologischen Kenntniss des Nervensystems der Evertebraten begrüsst werden. Ich verweise bezüglich des Details auf die Abhandlung selbst in den Sitzungsb. der Wiener Akad. 1855 und stelle das Resultat hieher. Das Gehirn besteht aus einem Agglomerat von uni-, bi- und multipolaren Ganglienzellen, von denen die Nerven nach einer oder verschiedenen Seiten ausstrahlen, auch das Schwanzganglion ist eine Gruppe von Ganglienzellen mit seitlich ausstrahlenden Bündeln von Nerven. Diese beiden Centralorgane des Nervensystems sind durch Ganglienzellenketten, welche der Längenachse des Wurms entlang gelagert sind, mit einander verbunden. Sowohl das System von Ganglienzellen, welches an der Rückenseite des Thieres, als jenes, welches an der Bauchseite sich befindet, besteht aus mehrfachen Längsreihen von Ganglienzellen. Jede oblonge Ganglienzelle der beiden Stränge besitzt einen vorderen und hinteren Längsfortsatz, der sich durch seine Kürze auszeichnet und stets nur dazu dient, die vorderen mit den hinteren Zellen und umgekehrt, zu verbinden.

Die sich peripherisch verzweigenden Nerven der beiden Stränge entspringen immer von der einen oder anderen (rechten oder linken) Seite der Ganglienzellen oder von beiden Seiten und nehmen einen zur Körperachse queren Verlauf; zuweilen beobachtet man einen queren oder schiefen, auf- oder absteigenden Verbindungsast zu einer nachbarlichen, höher oder tiefer gelegenen Ganglienzelle. Die Nerven, welche von Ganglienzellen von ungefähr derselben Horizontalebene entspringen, associiren sich 2 — 4 zu einem Bündel.

§. 175.

Peripherische Nerven.

An den peripherischen Nerven der Wirbellosen unterscheidet man wieder das bindegewebige Neurilem und die Nervensubstanz, letztere ist entweder mehr homogen und molekular, oder mehr von faserigem Aussehen (vergl. oben Nervengewebe). Auch in die peripherischen Nerven und namentlich gegen die Endverbreitung können Ganglienkugeln eingeschoben sein, so z. B. in die Hautnerven von *Carinaria* und anderer durchsichtiger *Mollusca cephalophora*, endlich beobachtet man auch terminal aufsitzende Ganglienkugeln bei Arthro-

poden, Rotatorien u. a., wovon Näheres bei den Tastwerkzeugen. Nach *Faivre* (Gaz. méd. 1855. Nr. 50) sollen die Eingeweidenerven des Blutegels meist in Ganglienzellen enden.

Während, soviel wir wissen, bei den Wirbelthieren allgemein die Enden der Muskelnerven fein zugespitzt sich ausnehmen, hören bei verschiedenen Wirbellosen (*Eolidina*, Anneliden, Ascariden, *Mermis* und anderen Nematoden, nach *Doyere*, *Quatrefages*, *Meissner*, *Wedl* die Muskelnerven bei ihrem Ansatz an die Muskelcylinder dreieckig verbreitert auf.

Noch sei bezüglich der Anhäufung gangliöser Elemente im Verlauf der Nerven bemerkt, dass ähnlich wie bei Wirbelthieren, namentlich im Bereich des *Sympathicus*, den Nerven auf grössere Strecken weit Ganglienkugeln beigegeben sein können, ohne dass sich eine solche Stelle der gewöhnlichen Betrachtung, da eben der Nerv nicht angeschwollen erscheint, als Ganglion manifestirt. Man sieht dergleichen Bildungen bequem z. B. an den Eingeweidenerven von *Limax*.

§. 176.

Ueber die Physiologie der Nerven im Reiche der Wirbellosen sind wir noch mehr im Dunkeln als hinsichtlich der Physiologie des Nervensystemes der Wirbelthiere. Man hat schon öfters das gesammte Nervensystem der Evertebraten dem sympathischen System der Wirbelthiere an die Seite gesetzt, und es lässt sich nicht läugnen, dass vielfache Vergleichungspunkte sich darbieten und gegenwärtig um so mehr, als durch den Nachweis multipolarer Ganglienkugeln in den sympathischen Ganglien der Wirbelthiere auch diesen eine gewisse Selbständigkeit als Nervencentren zuerkannt werden muss. Es ist aber ein besonderer physiologischer Charakter der Ganglien der Wirbellosen, dass sie in ihren Wirkungen eine verhältnissmässig grosse Unabhängigkeit vom Gehirn an den Tag legen, letzteres spielt gleichsam nur die Rolle des *primus inter pares*. Das Seelenleben, die Anregung zur Bewegung, die Empfindung sind über die einzelnen Ganglien verbreitet; damit liesse sich eine Vorstellung gewinnen, warum manche Würmer ohne Lebensgefahr theilbar sind, ja schneiden wir selbst höhere Würmer, einen Blutegel z. B. entzwei, so ist aus dem Benehmen der beiden Hälften klar ersichtlich, dass im vorderen wie hinteren Stück noch Nervencentren wirksam sind. Verstümmeln wir in ähnlicher Art höhere Arthropoden, so greifen die Verletzungen viel heftiger und störender in die Innervationserscheinungen ein, als bei den Würmern, was wohl nothwendig in Beziehung steht mit der Ueberordnung des ersten Ganglions oder Gehirns über die anderen Ganglien; das schärfer ausgesprochene Abhängigkeitsverhältniss, in welchem die einzelnen Ganglien zum Gehirn stehen, scheint mir durch jene Fasern unterhalten zu werden, welche wie beim Krebs oberhalb aller Ganglien gesondert verlaufen. Doch glaube ich kaum erwähnen zu müssen, dass dergleichen Betrachtungen für nichts anderes gelten wollen, als bloss für

Versuche, sich die Lebenserscheinungen des Nervenmechanismns einigermaassen zurechtzulegen. Von Interesse ist die Mittheilung *Dujardins*, dass bei Insekten, deren Handlungen auf ein relativ sehr entwickeltes Seelenleben schliessen lassen, bei der Biene z. B., das Gehirn einen besonders entwickelten Theil hat, eine radial gestreifte Scheibe nämlich, welche gleich einem Pilzhute dem oberen Schlundganglion aufsitzt. (Ann. d. sc. n. 1850).

Vergl. *Will*, vorläufige Mittheil. über die Struktur der Ganglien und den Ursprung der Nerven bei wirbellosen Thieren in Müll. Arch. 1844; *A. Helmholtz*, *de fabrica syst. nervos. evertebr.* 1842, Auszug in *Reichert's* Jahresb. 1843. *Bruch*, über das Nervensystem des Blutegels Zeitschr. f. w. Z. 1849.

Abbildungen über die Nervencentren mit Rücksicht auf histolog. Zusammensetzung gaben *M. Schultze* von *Opistomum pallidum* in s. Beitr. z. Naturgesch. d. Turbellarien, Taf. I Fig. 26, *Meissner* von *Mermis* Zeitschr. f. w. Z. 1854 Taf. XII Fig. 13 (eine ganz vorzügliche Zeichnung), *Leydig* von *Piscicola*, *Corethra*, *Cossus* und den Rotiferen in Zeitschr. f. w. Z. Bd. I, Bd. II, Bd. III. Bd. V, Bd. VI (vom Weibchen der *Notommata Sieboldii* auf Taf. II).

Es verdient Beachtung, dass in den Nervencentren sehr häufig Ganglienkugeln von zweierlei Art gesehen werden, die sich, wenn auch sonst nicht weiter, doch durch ihre Grösse von einander unterscheiden, bei manchen Hirudineen (*Piscicola*, *Sanguisuga*, *Haemopis*) besitzt die grosse Art selbst einen eigenthümlichen, gelblich-krümlichen Inhalt. Letztere scheinen mir immer apolar zu sein, auch *Bruch* sagt ausdrücklich von den grossen Ganglienkugeln, dass sie ohne Fortsatz seien, nicht minder unterscheidet *Gegenbaur* am Gehirn von *Cymbulia*, *Pneumodermon*, *Atlanta* unipolare Zellen und runde oder ovale ohne Fortsätze, allein es scheint mir in dieser Frage eine Nachprüfung nicht überflüssig, ich glaube wenigstens nach neueren Erfahrungen auch die bisher als apolar bezeichneten grossen Ganglienkugeln in den Bauchganglien des medizinischen Blutegels den unipolaren einreihen zu müssen, so dass demnach die Existenz apolarer Ganglienzellen auch für die Wirbellosen zweifelhaft wird. An *Mermis* verwarf übrigens schon *Meissner* die apolaren Zellen, sie waren alle mit Fortsätzen versehen!

Den Ursprung der fasrigen Elemente des Nervensystems von den Ganglienkugeln vermag man bei Wirbellosen verhältnissmässig leicht zu sehen, ich mache in dieser Beziehung noch auf den *Chaetogaster* aufmerksam, bei dem in hübscher Weise den aus dem Ganglion ausgetretenen Nerven noch einzelne Ganglienzellen stielförmig aufsitzen, d. h. ihren Fortsatz den Nerven beimischen. Der Verfolgung des weiteren Faserverlaufes stellen sich aber noch grössere Sehwierigkeiten, als bei den Wirbelthieren dadurch in den Weg, dass die Sonderung der Nervensubstanz in faserige Elemente oft gar so gering ist und man desshalb eigentlich nur von Zügen fibrillärer Substanz, die von den Ganglienzellen ausgehen, sprechen kann. Wie ich mir den Faserverlauf nach einzelnen, mitunter freilich sehr abgerissenen Beobachtungen construiren möchte, erhellt aus dem beigegebenen Schema.

Bei dem noch fortdauernden Zwiste über die Natur der *Corpora amylacea* im Gehirn des Menschen darf darauf zurückgewiesen werden, dass *W. Zenker* in den Ganglien der Pycnogoniden Körper mit concentrischer Streifung gesehen hat, die er den *Corpusculis amylaceis* vergleicht, doch sind sie von gleicher, lichtbrechender Beschaffenheit, wie die übrige Ganglienmasse. (Müll. Arch. 1852). — Eine nähere Untersuchung erfordern noch die schon öfter beschriebenen Bewegungen des Nervenstranges bei den Hirudineen. An *Piscicola* meine ich nach früheren Aufzeichnungen zwischen dem 2. und 3. und 3. und 4. Ganglion Muskeln „zwischen innerer und äusserer Nervenscheide“ gesehen zu haben, beim Studium

der lebenden *Nephelis* zeigte sich, dass der Bauchstrang im Bauchgefäss liege und bei dessen Contraktion sich bewegt, selbst die Ganglien werden jedesmal etwas zusammengepresst. Das Fussganglion besonders sieht man innerhalb des Gefässes hin und her geschoben werden. Auch die fünf Aeste, welche jederseits von ihm abgehen, liegen noch eine Strecke weit in Gefässen, aber unklar blieb, wie sie herauskamen.

Zwölfter Abschnitt.

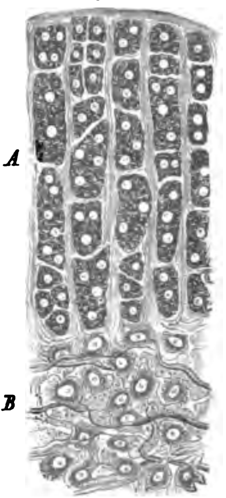
Von den Nebennieren.

§. 177.

Diese Organe, welche gewöhnlich als sog. Blutgefässdrüsen aufgefasst wurden, müssen in Anbetracht der durch neuere Forschungen ermittelten Thatsachen unmittelbar dem Nervensystem angereiht werden.

Die Nebennieren des Menschen, Säuger (u. Vögel?) zeigen auf dem Durchschnitt für das freie Auge eine Scheidung in eine gelbliche Rindensubstanz und in eine grauröthliche Marksubstanz. Sie haben ein bindegewebiges Gerüst, welches an der Peripherie des Organs eine Hülle bildet, darauf innerhalb der Rindensubstanz Fächer erzeugt, die unter sich parallel gegen das Mark verlaufen und durch zahlreiche quere Scheidewände in kleinere Räume abgetheilt werden. Im Mark strahlt das Bindegewebe aus einander und stellt durch Verflechtung ein engmaschiges Netzwerk her.

Fig. 94.



Schnitt durch einen Theil der Nebenniere des Kalbes.
A Rindensubstanz, B Marksubstanz. (Starke Vergr.)

In den Fächern und Maschen der Rinde und des Markes liegen die **zelligen Theile**. In der Rinde haben die Zellen einen körnigen- oft fetttropfigen Inhalt und da sie, dicht an einander gedrängt, die kanalartigen Fächer des bindegewebigen Gerüstes ausfüllen, so gewähren sie in ihrer Gesammtheit auch wohl das Bild von cylindrischen oder ovalen Zellenmassen. Die Farbe der Rinde wird um so gelber, je grösser der Fettgehalt der Zellen ist. Die Zellen, welche sammt einer blassen molekularen Substanz in die Maschen des Marks eingebettet sind, haben eine unregelmässige Form und erinnern durch ihre selbst verästelten Ausläufer lebhaft an die Ganglienkugeln des Gehirns und Rückenmarkes und müssen auch wohl zu den Nervenzellen gestellt werden.

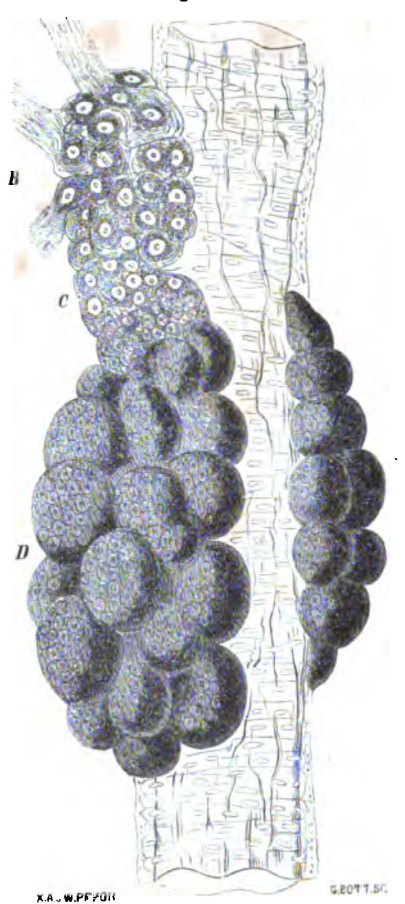
Die **Blutgefässe** halten sich, wie immer, an die Bindegewebszüge im Organ; die feinere Verzweigung geschieht daher in den senkrechten Septen der Rinde unter der Bildung von länglichen, im Mark von mehr rundlichen Maschen. In der Mitte der Marksubstanz vereinigen sich die venösen Aestchen zu einem beträchtlichen Venenstamm, dem dann die ganze Nebenniere wie auf einem Stiel aufsitzt. Die **Nerven** der Nebennieren sind ungemein zahlreich, indem eine Menge von Stämmchen sich in dieselben einsenken, die Rindensubstanz durchsetzen und im Mark sich entfalten. Da nun diese im Mark sich verbreitenden Nerven nicht mehr aus demselben heraustreten und da ferner, wie vorhin bemerkt, die zelligen Elemente des Marks die Natur von multipolaren Ganglienzellen an den Tag legen, so darf man vermuthen, dass die Nervenfasern aus den Ganglienkugeln zum Theil entspringen und somit, dass das Mark der Nebennieren wie ein gangliöses Nervencentrum wirkt. Natürlich kann nur von der spezifisch nervösen Natur des Marks die Rede sein, während die meist fetthaltige Rinde mit einer anderen Funktion betraut sein mag.

§. 178.

Bei **Fischen** und **Reptilien** springt die innige Beziehung, in welcher die Nebennieren zum Nervensystem stehen, auch schon äusserlich sehr in die Augen, indem hier diese Organe unmittelbar Abschnitte der sympathischen Ganglien darstellen. Uebrigens zeigt sich an den Nebennieren aller Wirbelthiere, bei Säugern, (Vögeln?), Fischen und Reptilien die Scheidung in fetthaltige Partien und in Portionen mit fettlosen Ganglienkugeln, die sich von gewöhnlichen Ganglienzellen durch einen eigenthümlichen schmutzig gelben, in Essigsäure sich entfärbenden Inhalt unterscheiden. In der äusseren Erscheinung herrscht zwischen den Nebennieren verschiedener Wirbelthiere nur der Unterschied, dass beim Menschen, den Säugern (und Vögeln?) das besagte Organ **eine einzige Masse** bildet, hingegen bei Selachiern, Ganoiden und Reptilien den einzelnen Ganglien des *Sympathicus* **Portionen von Nebennieren** angeschlossen sind oder sich vielmehr als

integrirende Abschnitte derselben beurkunden. Diese Abschnitte der sympathischen Ganglien entsprechen der Marksubstanz der menschlichen und Säugethiernebenniere; das Analogon der Rindensubstanz aber erscheint bei Fischen und Reptilien in inniger Relation zum Gefässsystem, indem dergleichen Partien den Blutgefässen angeheftet sind.

Fig. 95.



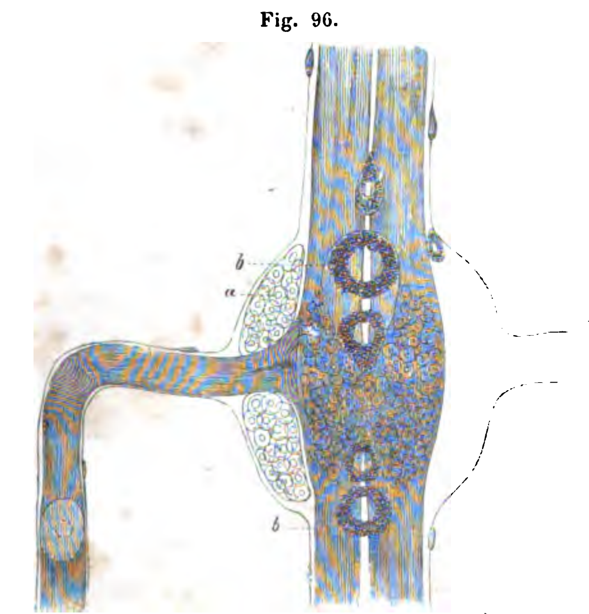
Nebenniere (sog. Axillarherz) des Zitterrochen.
B Ganglion des Sympathicus, C Nebennierenmasse, welche der Marksubstanz bei Säugern entspricht, D Nebennierenmasse, welche das Aequivalent der Rindensubstanz ist; das helle Rohr, welchem B, C, D aufsitzen, ist die Axillararterie. (Starke Vergr.)

§. 179.

Ob man wohl auch bei Wirbellosen Aequivalente der Nebennieren wird nachzuweisen im Stande sein? — Man möge mir gestatten, in dieser Beziehung eine Vermuthung zu äussern. Es sind bei verschiedenen Wirbellosen am Nervensystem Zellen beobachtet worden, die von den gewöhnlichen Ganglienkugeln differirten. So habe ich

schon früher von *Paludina vivipara* mitgetheilt, dass an den vegetativen Nerven „eigenthümliche Zellen vorkommen, die vielleicht Ganglienkugeln eigener Art sind: sie sind gelblich, haben im Innern verschiedene Bläschen und stehen in keinem direkten Zusammenhang mit pen Nervenprimitivfasern.“ Auch an den Ganglien von *Pontobdella verrucosa* machten sich besondere Zellen mit gelbkörnigem Inhalt auffällig (vergl. die beistehende Abbildung). Sehr bemerkenswerth sind in dieser Beziehung Angaben, welche wir *Meissner* über die Histologie des Nervensystems der *Mermis* verdanken. Er beschreibt Gruppen von Zellen, die zum grossen Theil anatomisch eng verbunden mit dem peripherischen Nervensystem sich finden. Ihr Inhalt sind gröbere und feinere Körnchen, die das Licht stark brechen, „wahrscheinlich Fetttropfen.“ Die Zellen bilden constant eine Doppelreihe zu den Seiten der drei Körpernervenstämme, wo sie ganz fest angeheftet sind. *Meissner* giebt noch nähere Aufschlüsse und sagt dann: „man könnte daran denken, diese Zellen für Ganglienzellen zu halten“, jedoch erscheint es ihm angemessener, sie „im Zusammenhange mit vegetativen Funktionen zu vermuthen, in ihnen Träger und Vermittler des Stoffwechsels zu sehen.“ Meine Meinung bezüglich dieser Zellen von unbekannter Bedeutung an *Paludina*, *Pontobdella*, *Mermis* (und wahrscheinlich wird ein näheres Nachsehen die Zahl der Beispiele sehr vermehren) geht dahin, sie als Analoga der Nebennieren vorläufig zu betrachten.

Fig. 96.



Ganglion von Pontobdella verrucosa. (Starke Vergr.)
a die gewöhnlichen Ganglienzellen, b die Zellen, welche ich für Analoga der Nebennieren ansprechen möchte (sind leider im Schnitt gar nicht correct ausgefallen).

Näheres über die Nebennieren der *Chimaera* in m. Aufs. in Müll. Arch. 1851 (z. Anat. u. Histolog. d. *Chimaera monstr.*); über die von *Torpedo*, *Scyllium*, *Scymnus*, *Mustelus etc.* in m. Beitr. z. Anat. u. Entw. d. Rochen und Haie S. 15, (die fälschlich sog. Axillarherzen der Chimären und Zitterrochen sind Nebennieren). Dieselben Organe des Salamanders, Proteus, der Eidechse sind nach Lage und Bau beschrieben in m. Unters. über Fische und Reptilien S. 101.

Bergmann, welcher zuerst die Aufmerksamkeit auf den grossen Nervenreichthum der Nebennieren gelenkt hat, brachte bereits im Jahre 1839 besagte Organe mit dem Nervensystem in Beziehung. Die Arbeit *Ecker's* über den feineren Bau der Nebennieren 1846 machte eine andere Auffassung geltend, sie redete ausschliesslich der eigentlich sekretorischen Thätigkeit das Wort. Durch meine Wahrnehmungen an Fischen und Amphibien wurde gezeigt, dass die Nebennieren wirkliche Abschnitte der sympathischen Ganglien vorstellen oder direkt in sie übergehen, und die *Bergmann*'sche Ansicht erhielt dadurch eine neue Begründung, und es hat somit die vergleichende Anatomie hier mitgeholfen, die Anatomie der menschlichen Nebenniere ins wahre Licht zu setzen. Auch hat, was mir bei meinen früheren Arbeiten unbekannt war, *Remak* bereits im Jahre 1847 auf embryologischem Wege ermittelt, dass die Nebennieren in Beziehung zu den sympathischen Ganglien stehen (über ein selbständiges Darmnervensyst.). Nach ihm verdienen die Nebennieren den Namen Nervendrüsen.

Dreizehnter Abschnitt.

Von den Tastwerkzeugen des Menschen.

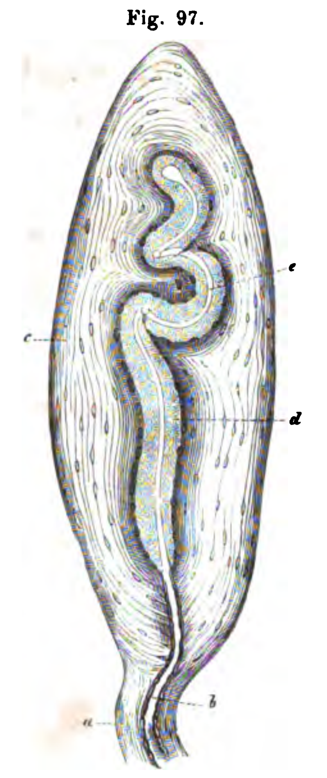
§. 180.

Ausser den bereits oben (s. Lederhaut) gekennzeichneten Tastkörperchen der Hautpapillen stelle ich auch aus Mangel einer besseren physiologischen Einsicht die s. g. Pacinischen Körperchen hierher. Sie finden sich namentlich an den feineren Aesten der Nerven, welche von der Hohlhand und Fusssohle zu der Haut der Finger und Zehen gehen. Einzeln kommen sie au an sympathischen und anderen Nerven vor. Es bestehen diese Gebilde aus einer Anzahl concentrisch ineinander geschachtelter bindegewebiger Kapseln, von denen die inneren dichter aneinander gelagert sind, als die äusseren. Zu innerst liegt ein cylindrischer Strang von fein granulärer homogener Beschaffenheit, durch dessen Achse ein feiner Kanal läuft. Der Strang scheint das verdickte Ende einer Nervenfaser zu sein, welche in das Pacinische Körperchen hereingetreten ist und nachdem sie die doppelten Conturen, d. i. die Markscheide, verloren hat, in den Centralstrang des Pacinischen Körperchens anschwillt. Zunächst um das verdickte Nervenende herum finden sich zahlreiche Kerne, und die homogenen Kapsellamellen zeigen ebenfalls kernartige Flecken, die

Pacini'sche Körperchen.

nach Behandlung mit Kalilauge das Aussehen von Lücken annehmen. In den Kapseln verzweigen sich auch Blutgefässe.

Fig. 97.



Pacini'sches Körperchen vom Menschen. (Starke Vergr.)
a Stiel, b die eintretende Nervenfaser, c die Kapselsysteme, d der Centralstrang (angeschwollenes Ende der Nervenfaser), e innerer Kanal desselben.

Die eben genannten Organe wurden schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts in einer Wittenberger Dissertation, die unter den Auspicien von *Abraham Vater* erschien, als *Papillae nerveae* beschrieben. Später wurden sie vergessen und zum zweitenmal entdeckt von *Pacini* 1831. Unabhängig davon wurden auch die Gebilde in Paris 1833 von *Andral*, *Camus* und *Lacroix* bemerkt, aber kaum besonders gewürdigt, da man sie nicht für wesentliche Theile des Nervensystems anerkennen wollte. — Die obige Schilderung stimmt nicht ganz mit der gewöhnlichen Auffassung; was ich centralen Cylinder nannte, wird von Andern für einen centralen Hohlraum erklärt, in dem erst die feine Nervenfaser (von mir als feiner Kanal im Centralstrang aufgefasst) verlaufe. Uebrigens habe ich jüngst noch an den Pacinischen Körperchen aus den Fingerspitzen der Leiche eines Kindes, wo sie auffallend gut erhalten waren, mit Sicherheit gesehen, dass der angebliche Centralraum ein wirklich solider Strang ist und die angeblich feine Nervenfaser in ihm legitimirte sich bei Zusatz von Kalilauge als Kanal dadurch, dass vom dunkelrandigen Nerven aus beim Beginn der Kaliwirkung eine krümlich-körnige Substanz nach seiner ganzen Länge in ihm fortfloss. Jedoch muss zugestanden werden, dass die Wand d s Kanales von der Substanz des Achsen-

stranges sich mehr differenzirt hat und daher selbständiger ist, als an den Pacinischen Körperchen der Vögel, wo die Bildung dieser Organe auf demselben Princip — Umhüllung eines verdickten Nervenendes mit Bindegewebe — beruht. Zu Gunsten meiner Ansicht lässt sich vielleicht auch das deuten, was *Strahl* (Müll. Arch. 1848) über die Pacinischen Körperchen der Säuger mittheilt. Dieser Autor meldet, dass wenn man unter dem Mikroskop alle Kapseln eröffnet und von dem mattgrauen Centralfaden abstreift, so bekomme letzterer doppelte Conturen und zeige die gewöhnlichen Veränderungen einer breiten Nervenfaser.

Vierzehnter Abschnitt.

Von den Tastwerkzeugen der Wirbelthiere.

§. 182.

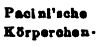
Tastkörperchen.

Den *Corpuscula tactus* des Menschen äquivalente Gebilde kennt man, wie schon früher erwähnt, nur aus der Hand der Affen durch *Meissner* und den Zungenpapillen des Elephanten durch *Corti*. Bezüglich der Affen ist es eine alte Erfahrung, dass sie in ihren Fingerspitzen ein fast ebenso feines Gefühl haben, als der Mensch. Beim Elephanten besitzen die Papillen mit Gefässschlingen nichts von Tastkörperchen und umgekehrt; die Tastkörperchen sind oval, wie aufgeblasen, die durch den Stiel eintretende Nervenfaser verliert ihre doppelten Conturen und läuft als einfach conturirte Faser durch die Achse des Körperchens, was ihnen eine ziemliche Aehnlichkeit mit den Pacinischen Körperchen verleiht.

Bei den Vögeln weiss man noch nichts von Tastkörperchen. Zwar hat *Berlin* aus den Papillen des Schlundes Tastkörperchen beschrieben, die ohne Nerven sein sollen, bei welcher Angabe doch wahrscheinlich eine Täuschung untergelaufen sein dürfte. Der Schlund mancher Vögel, wie von der Taube, dem Reiher u. a., hat gar keine wirklichen Papillen, sondern nur (bei der Taube) ganz niedrige Höckerchen, welche den Gipfel einer Gefässschlinge aufnehmen, aber keine Spur von einem Tastkörperchen zeigen, auch selbst dann nicht, wenn in anderen Arten, Gans z. B., die Schleimhaut des Schlundes sich in lange und schmale Papillen erhebt.

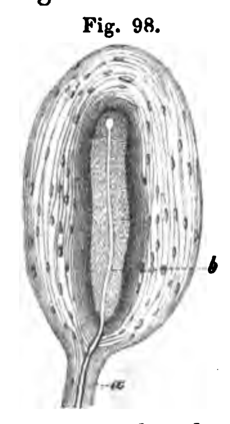
Unter den Amphibien (s. oben Lederhaut) beobachtet man beim männlichen Frosch in den Papillen, in welche das Corium an der s. g. Daumendrüse ausgeht, nervöse Bildungen, die ganz entschieden an die Tastkörperchen sich anschliessen, indem die Nervenfaser der Papille am Ende einen zierlichen Knäuel formt, der als centraler Kern der Papille sich bemerklich macht. Papillen mit solchen Nervenglomerulis entbehren dann der Blutgefässschlingen.

§. 183.


Pacini'sche Körperchen.

Pacinische Körperchen sind bei vielen Säugethieren aufgefunden worden: bei Affen, Fleischfressern, Nagern, Vielhufern, Einhufern, Wiederkäuern an den Extremitäten, auch bei den Katzen im Gekröse des Darms. Sie gleichen im Wesentlichen des Baues denen des Menschen, da sie aus homogenen, mit Kernen versehenen bindegewebigen Kapseln bestehen, zwischen denen Flüssigkeit enthalten ist: Die s. g. centrale Höhle ist ein solider blass granulärer Strang, der das verdickte Nervenende repräsentirt und nach seiner Länge von einem feinen Kanal durchzogen ist.

Fig. 98.

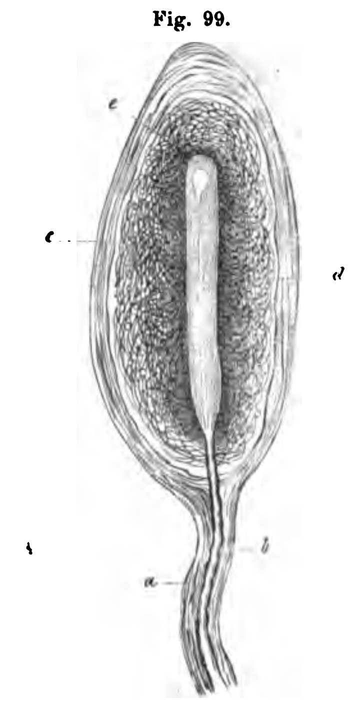


Pacini'sches Körperchen der Feldmaus.
a Nervenfaser, b der Centralcylinder mit dem linearen Hohlraum, c die Kapselsysteme. (Der Buchstabe c ist im Holzschnitt vergessen worden.)

Die Pacinischen Körperchen der Vögel hingegen differiren in Nebendingen von denen der Säuger. Der bedeutsamste Theil ist das cylindrisch verdickte Ende einer Nervenfibrille, das den Centralstrang bildet, in dessen Innerem sich ein heller Streifen mit einem kugeligen Ende zeigt, welche beide den Eindruck eines mit klarem Fluidum angefüllten Hohlraumes machen. Dieser Nervenkolben ist umwickelt von eigenthümlichen feinen Fäserchen, wahrscheinlich dem Bindegewebe zugehörig, welche den Pacinischen Körpern der Vögel ein bräunliches Aussehen giebt. Zu äusserst kommt eine ordinär bindegewebige Kapsel, welche zur Abgrenzung des ganzen Organes dient und geraden Weges sich aus dem Neurilem der eintretenden Nervenfaser hervorgebildet hat. Sie trägt auch die Blutgefässe.

Bei vielen Wasservögeln wird der Schnabel besonders mit zum Tasten gebraucht; in diesem Falle (z. B. bei Enten, Gänsen) erscheinen die Knochen des Schnabels sehr gefässreich und porös. In der die Knochen überziehenden, derben, bindegewebigen Haut breiten sich die zahlreichen Nerven aus, welche, vom *Nervus trigeminus* abstammend, den Schnabel versorgen und deren Primitivfasern mit ihrem Ende zahlreiche Pacinische Körperchen bilden. Die Haut erhebt sich ferner

Fig. 99.



Pacini'sches Körperchen der Taube. (Starke Vergr.)
Der Fokus ist auf den Längenschnitt eingestellt, a das Neurilem der Nervenfaser, b die eintretende Nervenfaser, c die Kapsel des Körperchens, d die eigenthümlichen Fasern, welche den Centralcylinder umwickeln, e der centrale Cylinder mit seinem inneren Hohlgang.

in Papillen, die besonders an der Spitze des Schnabels von ausnehmender Länge sind; jede der Papillen hat ausser den Blutgefässen und Nerven auch Pacinische Körperchen, welche sich von denen in der Haut selber liegenden dadurch unterscheiden, dass sie kleiner und mehr hell als bräunlich sind.

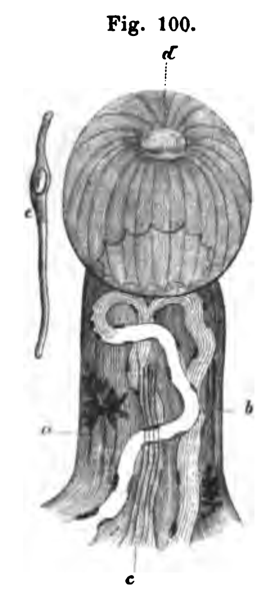
Ueber die Pacinischen Körperchen der Vögel vergl. *Herbst* in d. Götting. gel. Anz. 1848 Nr. 163, 164, *Will*, in d. Sitzb. d. k. Akademie in Wien 1850 S. 213, Theilungen des nervösen Centralstranges scheinen sehr selten zu sein; *Will* sah drei solche Fälle, während mir früher (Zeitschr. f. w. Z. 1854) nichts Aehnliches anfstiess: jüngst jedoch fand ich bei der Bachstelze (*Motacilla alba*) in dem Raume zwischen *Tibia* und *Fibula* Pacinische Körperchen, deren Nervenkolben nach dem Ende hin gegabelt war, was natürlich auf die ganze Gestalt des Körperchens einen Einfluss ausüben muss, es wird dadurch mehr birnförmig. — Ueber die Tastkörperchen des Frosches: *Leydig* in Müll. Arch. 1856.

§. 183.

Die Haut der **Fische** besitzt eine ganze Reihe merkwürdiger Bildungen, die, insolange keine weiteren physiologischen Aufschlüsse gewonnen werden, bei den Tastwerkzeugen untergebracht werden müssen. Hierher gehören erstens die von mir **becherförmige Organe**

genannten Körper, welche in die Oberhaut vieler unserer Süsswasserfische eingebettet sind. Die Lederhaut erhebt sich in meist stattliche Papillen, in welche immer Nerven eintreten und in die Höhe bis zum Ende der Papillen aufsteigen, das Ende der Papillen erscheint leicht ausgehöhlt und darin ruht das becherförmige Organ. Letzteres besteht aus verlängerten Zellen, die mit muskulösen Faserzellen eine gewisse Aehnlichkeit haben, auch weisen einige Beobachtungen darauf hin, dass ihnen Contractilität zukomme. Die Zellen, welche die Wand des Bechers bilden, greifen am Grund des Bechers zwischen die Zacken des Papillenrandes ein, ohne übrigens von einer das ganze Organ umschliessenden Membran zusammengehalten zu werden.

Fig. 100.



a Papille von der Lippe des Leuciscus-Dobula, b Capillargefässe, c Nerven, d das becherförmige Organ, e eine isolirte Faser aus der Wand des Bechers. (Starke Vergr.)

§. 184.

Sog. Schleim-absondernder Apparat

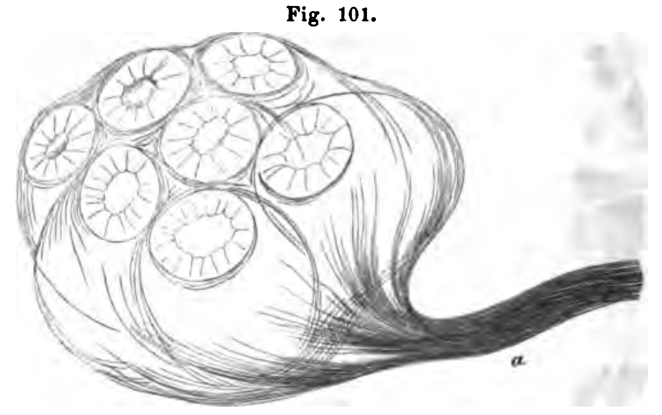
Eine zweite Gruppe eigenthümlicher Organe in der Haut der Fische wurde früher als „schleimabsondernder Apparat" angesehen, was entschieden unrichtig ist, da sie nach dem histologischen Befund als spezifisch nervöse Bildungen aufgefasst werden müssen, und man nur darüber im Zweifel sein kann, ob sie in Anbetracht ihres Baues eher den Sinneswerkzeugen oder den elektrischen Organen beigeordnet werden sollen. Fragliche Bildungen treten unter folgenden Formen auf:

Schleim-säcke.

a) als kurze, nach aussen mündende Säcke: dergleichen finden sich beim Stör, bei Myxinoiden. Beim Stör gehören sie nur der Haut des Kopfes an und sind von verschiedener Grösse; die Wand der

Säcke ist die Begrenzungsschicht des Bindegewebes, welches, vielfach von Gallerte durchsetzt, unter der Haut sich findet. Die Säckchen stehen truppweise und für je einen solchen Haufen ist ein einziges allen zugehöriges Nervenstämmchen bestimmt. Aehnliche Säckchen scheinen auch am Kopf von *Petromyzon* vorzukommen. Die Myxinoiden haben die Säckchen nur zur Seite des Rumpfes, und jeder Sack ist nach *Joh. Müller* von eigener muskulöser Haut umgeben. Von ganz besonderem Interesse ist der Inhalt der Säcke; *Joh. Müller* fand darin ovale Körper, welche aus einem, in unzähligen Windungen aufgewickelten Faden zusammengesetzt sind; die Materie, woraus dieser Faden besteht, heftet sich sehr leicht an alle Körper, die damit in Berührung kommen, an, worauf sich die Körperchen zu langen, klebrigen Fäden abwickeln. Wenn man eine lebende Myxine anfasst oder durch

Fig. 101.



Schleimsäckchengruppe vom Stör. (Geringe Vergr.)
a der Nerv.

die Hände durchgehen lässt, so sind die Hände bald über und über von diesen klebrigen Fäden umsponnen. Diese Mittheilungen von *Joh. Müller* weisen auf eine so aparte Organisation der „Schleimsäcke" hin, dass man den lebhaften Wunsch nach einer Wiederaufnahme der Untersuchungen an frischen Thieren nicht unterdrücken kann. Mir war es nur vergönnt, an einer seit vielen Jahren in Weingeist aufbewahrten und schon sehr hart gewordenen *Myxine* den Inhalt einiger Säcke einer Prüfung zu unterwerfen. Die ovalen Körper bilden den eigentlichen Inhalt des Sackes, indem sie zu Hunderten ihn ausfüllen; sie waren mit freiem Auge als weissliche, punktgrosse Körper zu unterscheiden, und mikroskopisch erschienen sie in eine granulirte Masse eingebettet, die im Leben wahrscheinlich gallertiger Natur ist. Die Masse ist durchsetzt mit Faserfragmenten. Die ovalen, etwas birnförmigen Körper selbst waren dunkel bei durchgehendem, weissgelb bei auffallendem Licht, und die Achse noch dunkler, als die Peripherie. Kalilauge hellte sie auf und jetzt erinnerten sie lebhaft an — Tastkörperchen. Sie machten den Eindruck, als ob sie aus

einem in vielfacher, aber bestimmter Weise gewundenen Faden beständen. Man unterscheidet am stumpfen Pol eine kleine, nach aussen mündende Höhle, um sie herum führen die Touren nach der Länge des ganzen Körperchens, bis sie auf solche Art gleichsam einen Kern gebildet haben, um welchen dann in Cirkeltouren eine Schale

Fig. 102.



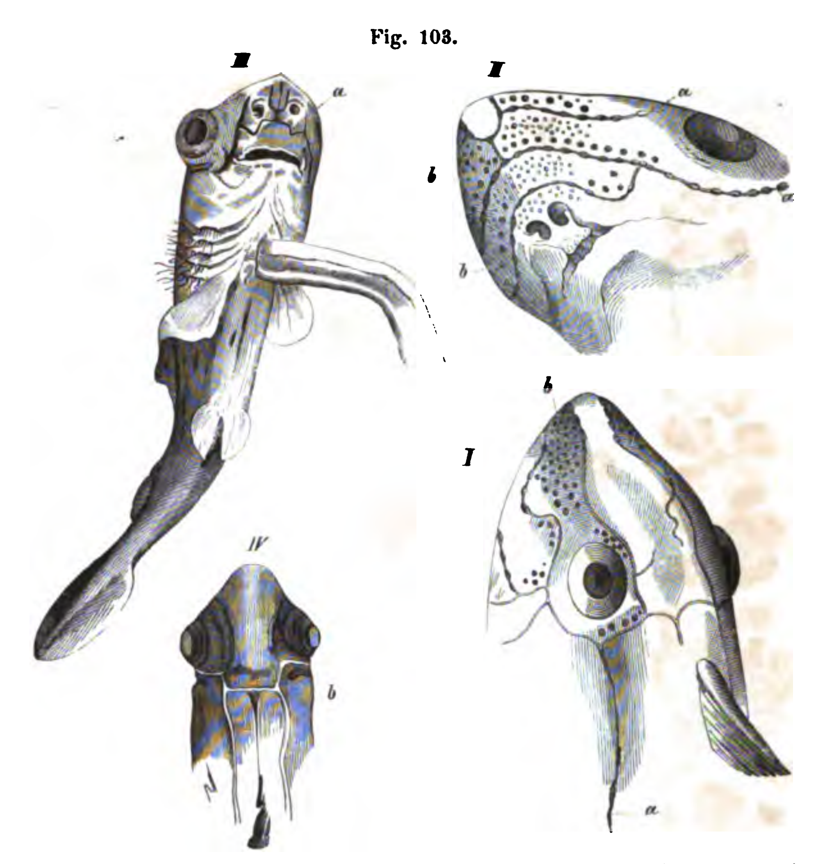
Körperchen aus einem Schleimsack von Myxine glutinosa (Starke Vergr.) a Nervenfaden (?).

sich legt. Was bedeutet das Körperchen? Man wird mir es zu Gute halten, wenn ich in Berücksichtigung der histologischen Verhältnisse des „Schleimkanalsystems" der übrigen Fische in dem Faden, der sich zum Körperchen aufwickelt, einen Nervenfaden wittern möchte, und sollte sich diese Vermuthung bestätigen, so wären die „Schleimsäcke" der Myxinoiden aus ihrer exceptionellen Stellung gerückt und die Aussicht auf weitere Forschungen eröffnet; doch kann die Bemerkung nicht unterlassen werden, dass die Conturen des die Körperchen bildenden Fadens eine noch viel grössere Aehnlichkeit mit dem frischen Byssusfaden haben, wie ihn die aus den Kiemen genommenen Embryonen von *Anodonta anatina* mir darbieten. — Der in Rede stehende Apparat erscheint

Seitenkanalsystem.

b) unter der Form verzweigter Röhren, welche in oder unter der Haut liegen. Sie setzen das s. g. Seitenkanalsystem zusammen, das mit seinen Bahnen in bestimmten Linien auch den Kopf überzieht. Die Wand des Seitenkanalsystems, welche sich wohl überall (sehr deutlich z. B. am Kopf von *Raja clavata* und *Hexanchus griseus*) in die eigentliche, mehr zarte Wand und in ein festes Umhüllungsrohr scheidet, gehört zur Bindesubstanz und zeigt die verschiedenen Modificationen derselben; einfach bindegewebig bei Rochen und Haien, wird sie bei manchen Arten so dick und fest, dass sie (wie es z. B. am Seitenkanal von *Hexanchus griseus* und *Sphyrna* der Fall ist) sich wie Knorpel schneidet und auch, im Weingeist aufbewahrt, durch gelbliche Farbe von der weissbleibenden fibrösen Umgebung absticht. Der Knorpel hat die Struktur des Faserknorpels (netzfaserige Grundsubstanz mit rundlichen Zellen), nach aussen geht er über in gewöhnliches Bindegewebe mit elastischen Fasern. Bei anderen Arten ossificirt ein Theil der Wandungen zu Halbkanälen oder auch vollständigen Röhren (beim Stör, vielen Teleostiern); die knöcher-

Fig. 103.

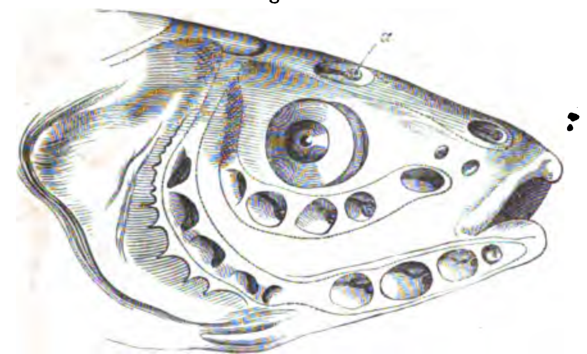


I u. II Der Kopf der Chimaera monstrosa von oben und von unten (verkleinert), um den Verlauf des Seitenkanalsystems a zu zeigen, die zahlreichen Löcher b dazwischen sind die Ausmündungen der Gallertröhren.

III u. IV Ein Embryo von Spinax Acanthias (natürliche Grösse), um den Verlauf des Seitenkanalsystemes am Kopf darzustellen: a die eigenthümliche Figur, welche an der Unterfläche der Schnauze zu Wege kommt, b von der Oberseite des Kopfes.

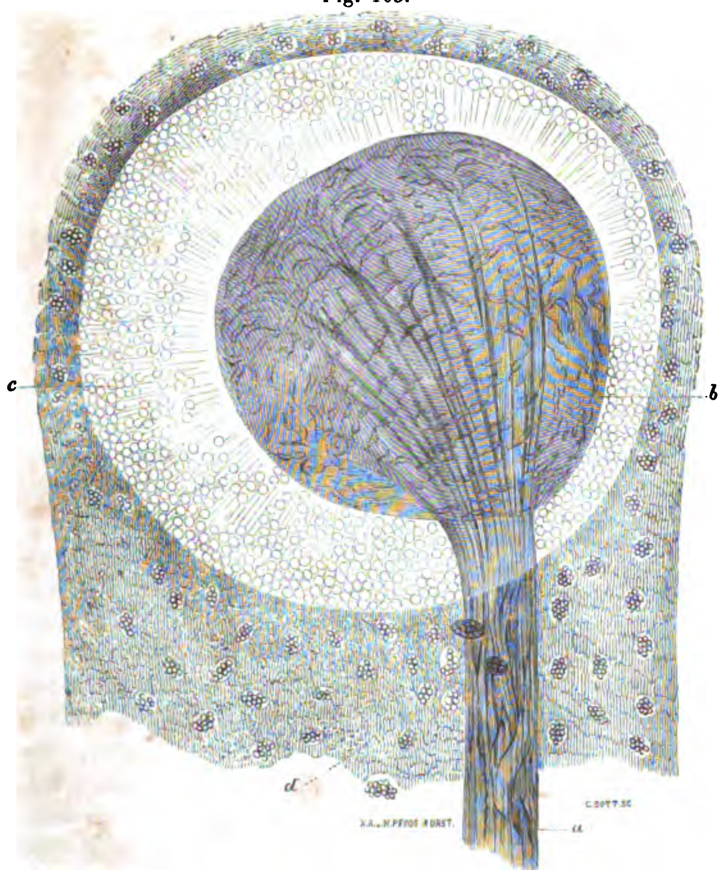
nen Grundlagen des Seitenkanals sind bei Gräthenfischen häufig den Schuppen der Seitenlinie aufgesetzt (beim Spiegelkarpfen, der Schleie, Barbe zeigen die Halbkanäle schöne, strahlige Knochenkörperchen), am Kopf verschmelzen sie nicht selten mit anderen Hautknochen. Sehr zierliche knöcherne Stützen haben die „Schleimkanäle" bei *Chimaera*; sie bilden hier, im Allgemeinen gesagt, Halbringe, welche, gleich den Knorpelringen der Luftröhre, dicht hintereinander liegen. Da, wo sie den Boden des Schleimkanals umgeben, sind sie am breitesten, die Schenkel verschmächtigen sich dann, und indem sie sich theilen und wieder theilen, bilden sie ein Bäumchen, dessen Aeste ebenfalls sich gabeln und zuletzt abgerundet enden. In den Schleimkanälen des Kopfes und zwar an den Stellen, wo sie die löcherförmigen Erweite-

Fig. 104.



Kopf eines Kaulbarsches, einmal vergrössert.
Die punktirten Linien bezeichnen den Verlauf der Schleimkanäle, in denen man nach abgezogener äusserer Haut die Nervenknöpfe a sieht.

Fig. 105.



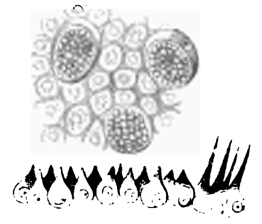
Ein Nervenknopf vom Kaulbarsch. (Starke Vergr.)
a der Nerv, b die Entfaltung desselben zum Nervenknopf, c das Epithel desselben, d der epitheliale Ueberzug des Schleimkanales.

rungen umspannen, sind sie am grössten, kleiner in der Seitenlinie selber, doch fehlen sie nirgends und in keiner Verzweigung. Die sie bildende Knochensubstanz ist homogen und es finden sich in ihr nur stellenweise grössere ovale, den Knochenkörperchen vergleichbare Hohlräume.

Die eigentliche Membran des „Schleimkanales“, welche immer bindegewebig bleibt, zeigt entweder eine glatte Innenfläche, oder sie erhebt sich, was seltener ist, in Papillen (warzenförmige, ein- oder mehrspitzige an den Schleimkanälen des Kopfes bei *Raja clavata*, verschieden lange kolbige, die grösseren mit Blutgefässschlingen bei *Hexanchus griseus*), häufig ist sie pigmentirt (stark schwarz bei *Sphyrna*, silberfarben bei *Lepidoleprus* etc.).

Das Epithel, welches die Innenfläche deckt, hat manches Eigenthümliche; bei den Gräthenfischen wird es zusammengesetzt aus gewöhnlichen plattrundlichen Zellen und zweitens aus grossen zwischen sie eingeschobenen Schleimzellen (von derselben Art, wie sie in der Epidermis vorkommen). Bei *Chimaera* sind die Epithelzellen rundlich, zart und mit fein körnigem Inhalt erfüllt, bei *Hexanchus griseus* sehr hell und endigen streckenweise, auch wo sie die Zotten überziehen, in lichte, stachelförmige Fortätze, welche frei hervorstehen.

Fig. 106.

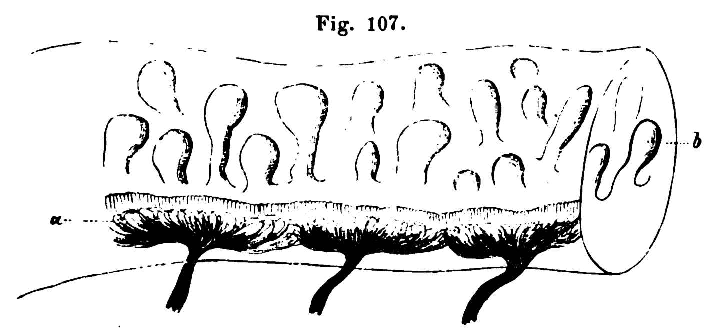


Epithel des Seitenkanalsystemes. (Starke Vergr.)
Das obere ist von Umbrina cirrhosa, man sieht die Schleimzellen zwischen den gewöhnlichen Zellen; das untere, stachelige gehört dem Hexanchus griseus an.

Der wesentlichste Factor im Bau des Seitenkanalsystemes ist, dass zahlreiche Nervenstämmchen ins Innere dringen, um da mit einem nicht selten dem freien Auge wohl sichtbaren Nervenknopf aufzuhören. Die Nervenknöpfe zeigen die stärkste Entwicklung an den Schleimkanälen des Kopfes von *Lepidoleprus*, *Umbrina*, *Corvina*, sind sehr bedeutend auch bei *Acerina cernua*, *Lota vulgaris*; in der Seitenlinie, wo sie in jenen, den Schuppen aufsitzenden Kanälen liegen, ist ihr Umfang ein durchweg geringerer. Beachtenswerth erscheint, dass bei den Plagiostomen in den weiten Kanälen des Kopfes, wo ebenfalls jedes der zahlreich eingetretenen Nervenstämmchen in einen Knopf anschwillt, ein nach der Länge des Kanales fortlaufender, gleichsam linearer Nervenknopf gebildet wird, indem alle die einzelnen in einer Längsreihe zu liegen kommen und wegen ihrer Menge dicht auf einander folgen. — Sieht man

auf die histologische Beschaffenheit der Nervenknöpfe, so unterscheidet man 1) ein bindegewebiges Stroma, das ein sehr enges Blutcapillarnetz trägt und bei einiger Füllung dem ganzen Organ eine gelbliche Färbung verleiht. 2) die Hauptmasse besteht aus den Nervenfasern, sie treten als breite dunkelrandige Fasern ein und brei-

Fig. 107.

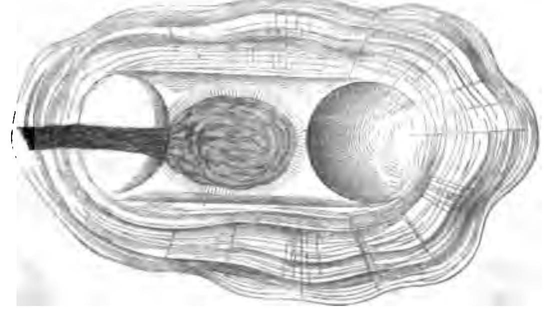


Stück eines Schleimkanales vom Hexanchus griseus. (Geringe Vergr.) **a der lineare Nervenknopf, b Papillen an der Innenfläche des Kanals.**

ten sich zunächst kreisförmig aus, dabei theilen sich die Fasern sehr häufig in zwei oder drei Aeste und die Theilung wiederholt sich oft sehr schnell an den neu entstandenen Zweigen. Zuletzt werden die Fasern fein, leicht varikös und strahlen nach der Peripherie des Organes aus. Ich glaubte sie da früher in Schlingen enden zu sehen, möchte aber gegenwärtig nach wieder aufgenommener Untersuchung die Endung so formuliren, dass die Fasern über die scheinbaren Schlingen hinausgehen und zuletzt fein zugespitzt, mitunter scheint es mir auch, wie mit einer kleinen zelligen Anschwellung aufhören. Endlich 3) bemerkt man eine Lage von auffallenden Zellen, welche den ganzen Nervenknopf überziehen. Sie sind blass, sehr lang und schmal und ähneln nach Aussehen und Gruppirung den Retinastäbchen. Zwischen ihnen scheinen die Nervenfasern zu enden. Vergl. oben Fig. 39.

Fig. 108.





Schuppe der Seitenlinie mit einem Nervenknopf. (Geringe Vergr.) **(Die Grenzlinie der Epithellage ist vom Xylographen übersehen worden.)**

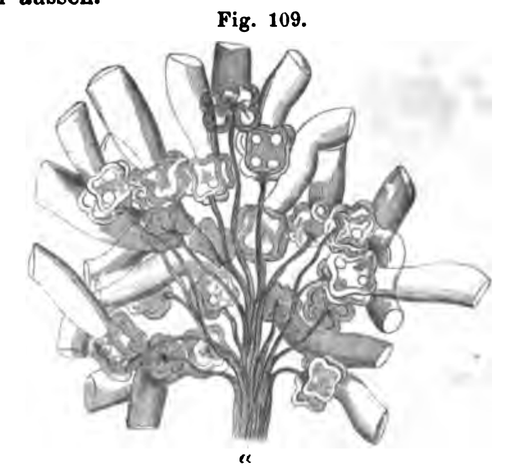
Das Lumen des Seitenkanalsystemes ist erfüllt von einem hellen klaren Fluidum, das gern auch eine gewisse Consistenz, etwa den Dichtigkeitsgrad der Labyrinthflüssigkeiten oder des Glaskörpers annimmt. Bei *Lepidoleprus* wird ausserdem jeder Nervenknopf von einer noch dichteren glashellen Gallertschicht mützenartig bedeckt, die sich leicht *in toto* abheben lässt.

Eine weitere Abänderung, in welcher der abzuhandelnde Apparat auftritt, ist

Gallertröhren.

c) unter der Form nicht verzweigter Röhren, welche mit einer Erweiterung oder Ampulle blind geschlossen beginnen und sich auf der äusseren Haut öffnen. Sie finden sich nur bei Rochen, Haien und Chimären. Die Ampullen zeigen mancherlei Formverschiedenheiten: einfach, ohne Aussackungen, sind sie beim Meerengel, die anderen Haie haben alle mehr oder weniger bauchig vorspringende Erweiterungen an den Ampullen, ebenso die meisten Rochenarten und die Chimären, beim Zitterrochen sind sie wieder einfach ohne Buchten nach aussen.

Fig. 109.

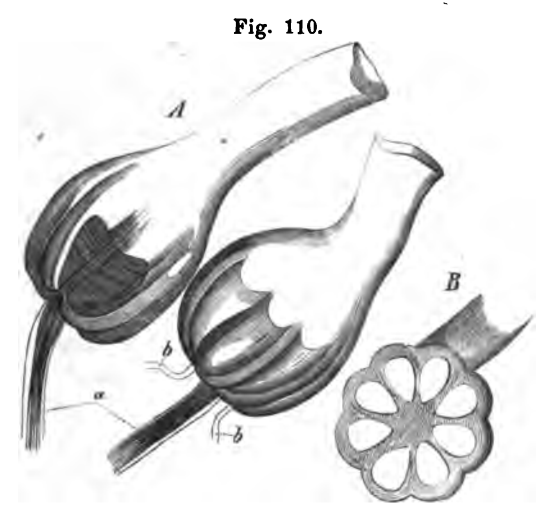


Gruppe von Gallertröhren der Raja batis. (Geringe Vergr.) a der Nervenstamm.

Besonders zahlreich erblicken wir die blasigen Ausstülpungen an den Ampullen des Dornhaies und in noch vervielfältigterem Maasstab bei *Hexanchus griseus*. Bei ersterem gehen auch aus Einer Ampulle zwei, bei letzterem neun bis zwölf Röhren heraus, während bei den anderen namhaft gemachten Selachiern immer nur Ein Rohr die Fortsetzung der Ampulle ist. In allen Ampullen geht nach innen eine Anzahl von Scheidewänden ab, die sich nach dem Centrum zu mit einander vereinigen, wesshalb der Querschnitt einer Ampulle sich wie der Querschnitt einer Pomeranze ausnimmt. Das aus der Ampulle hervorgegangene Rohr, am Anfang gewöhnlich etwas eingeschnürt, bleibt entweder bis zu seiner Mündung an der Haut von

gleichmässigem Kaliber oder es nimmt, was häufig geschieht, gegen die Ausmündung an Umfang zu. Auch die Länge wechselt sehr nach den einzelnen Arten.

Fig. 110.



A zwei Ampullen mit Gallertröhren von Galeus laevis. a die Nerven, b die eintretenden Blutgefässe. B eine Ampulle im Querschnitt. (Geringe Vergr.)

Bezüglich des feineren Baues ist anzuführen, dass das Grundgewebe der Ampullen und Röhren eine homogene Bindesubstanz ist, die nach aussen einen mehr fasrigen Charakter annimmt, auch elastische Fasern beigemengt erhält und zuletzt sich in lockeres mit Gallerte durchsetztes Bindegewebe auflöst. Die Oberfläche der Ampullen und Kanäle überzieht ein Epithel, dessen rundliche Zellen in den Ampullen einen feinkörnigen Inhalt haben, die Zellen liegen hier auch gehäufter; im Kanal zeigt sich nur eine dünne Lage sehr heller Zellen, die aber gegen die Ausmündung des Kanales hin schärfer gerandet sich zeigen, da sie allmählig den Charakter der Epidermiszellen der äusseren Haut annehmen, hier auch bei *Leviraja* z. B. pigmenthaltig werden können. *Hexanchus* zeichnet sich abermals durch besonders gestaltetes Epithel aus, indem die Zellen die gleichen lichten, stachelförmigen Fortsätze an sich tragen, die vom Epithel des Seitenkanalsystemes oben angemerkt wurden.

In jede Ampulle tritt ein Nervenstämmchen und ein oder mehre Blutgefässe. Der Nerv besteht aus dunkel conturirten Fibrillen und durchbohrt die Ampulle immer in der Richtung der Längsachse. Die Fasern weichen dann strahlig auseinander und verlieren sich sowohl in die seitlichen Ausstülpungen, als auch in die centrale Platte; sie theilen sich dabei häufig, werden immer feiner und obschon ich längere Zeit bezüglich ihrer letzten Endigung die Vermuthung hegte, dass sie in die körnigen Zellen der Ampullen aus-

gehen, mit anderen Worten mit terminalen Ganglienkugeln enden, so ist mir das bei der sonstigen Analogie, welche fragliche Organe mit den Ampullen des Gehörlabyrinths haben, etwas unwahrscheinlich geworden, da ich bei Forschungen, die jüngsthin angestellt und speziell auf diese Frage gerichtet waren, im Gehörorgan von dieser Endigungsweise mich keineswegs bis jetzt vergewissern konnte. Die mit den Nerven hereingekommenen Blutgefässe erstrecken sich ebensowenig, wie der Nerv über den Bereich der Ampulle hinaus, sondern sie bleiben in derselben und man sieht ihre Schlingen leicht, so lange sie noch voll von Blut sind. Die Kanäle werden zwar auch von nicht wenigen Blutgefässen begleitet, aber diese laufen bloss an der äusseren Fläche hin. — Der übrige Hohlraum in Ampulle und Rohr ist ausgefüllt mit einer homogenen Gallerte, die im frischen Zustande von sehr fester Consistenz ist und erst nach starkem Druck dazu gebracht werden kann, auf der äusseren Haut hervorzuquellen.

Endlich die letzte Form, in der wir die fraglichen Organe kennen, ist

Appareil folliculaire neurveux.

d) jene des von *Savi* entdeckten Appareil folliculaire nerveux, welches uns bis jetzt nur aus dem Zitterrochen bekannt ist. Der Apparat besteht aus wasserhellen Blasen, die auf fibrösen Bändern aufsitzen und aus ihrem Innern zunächst ihrer Anheftungsstelle eine weissliche Warze durchschimmern lassen. Die Blasen haben

Fig. 111.



Der Follikelapparat vom Zitterrochen bei geringer Vergrösserung. a die Follikel, b der Knopf im Inneren, c der Nerv, d die haltenden Bänder.

eine homogene bindegewebige Membran, über welche zur Verstärkung elastische Fasern gespannt sind, und einen hellen gallertigen Inhalt. Von der Anheftungsstelle der Blase erhebt sich ferner ins Innere ein warzenförmiger Knopf; er besteht aus einem Gerüst von Bindesubstanz, das in seinen Maschen und Lücken eine feine Punktmasse und eigenthümliche ungleich gestaltete Zellen aufgenommen hat. Der Knopf ist dazu bestimmt, die Ausbreitung der Fibrillen eines eingetretenen Nervenstämmchens aufzunehmen. Die Nervenfibrillen enden in dem Knopf, und keine geht mehr aus der Blase heraus, dabei werden sie peripherisch feiner und blass und hängen vielleicht schliesslich mit den ungleich gestalteten Zellen (Ganglienkugeln?) zusammen. Mit den Nerven geht auch ein Blutgefäss in den Knopf ein und bildet in ihm ein enges Maschennetz.

§. 185.

Pseudo-elektrische und wirklich elektrische Organe.

Vom histologischen Standpunkt aus müssen mit den im Voranstehenden geschilderten Apparaten auch die pseudoelektrischen Organe von *Raja*, *Mormyrus* und *Gymnarchus* zusammengestellt werden, und das Ende der Reihe dieser eigenthümlichen Bildungen dürften dann vielleicht die wirklich elektrischen Organe der Gattung *Torpedo*, *Gymnotus* und *Malapterurus* ausmachen.

Die pseudoelektrischen Organe im Schwanze der *Raja* bestehen aus einer grossen Anzahl von länglichen, plattgedrückten, sackartigen Gebilden, die aus einer gefäss- und nervenlosen knorpelähnlichen Kapsel und einem Gallertkern zusammengesetzt sind, welch' letzteres zur Grundlage einer äusserst zahlreichen Nervenausbreitung

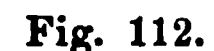
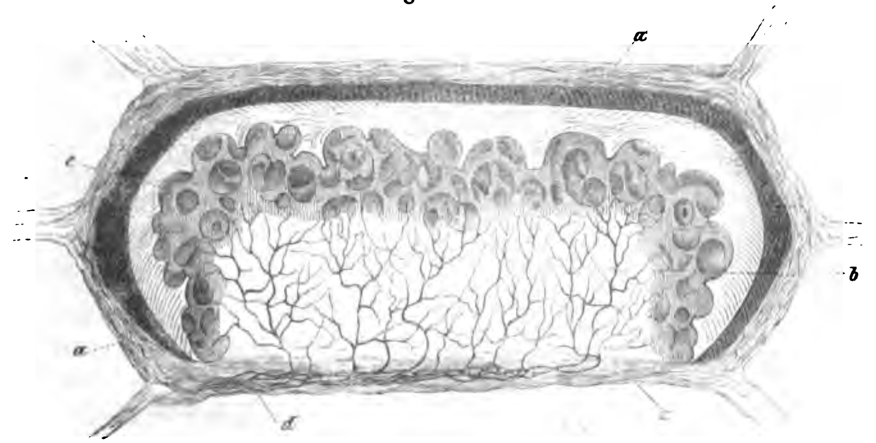


Fig. 112.



Ein Kästchen des Schwanzorganes von Raja, nach der Länge durchschnitten und gering vergrössert.
a gewöhnliches Bindegewebe, die Wand des Kästchens bildend, b der Gallertkern im Innern, c die knorpelähnliche Umhüllung desselben, d der im Gallertkern sich verzweigende Nerv.

und zur Stütze von Gefässcapillaren dient. (In den Plättchen des Organes von *Mormyrus dorsalis* sieht *Ecker* die Nervenfasern in Anschwellungen enden, welche er den Ganglienkugeln vergleicht.) Ein Sack erscheint von dem andern abgesondert durch festes, gewöhnliches Bindegewebe, welches wabenähnlich geschlossene Räume erzeugt. — Die wirklich elektrischen Organe von *Torpedo*, *Malapterurus*, *Gymnotus* bestehen aus Bindesubstanz, Gallerte, Gefässen und Nerven. Gewöhnliches Bindegewebe mit zahlreichen elastischen Fasern bildet eine allgemeine Hülle und indem von letzterer Scheidewände nach innen abgehen, grenzen sich wabige Räume ab, die sog. Säulen des elektrischen Organes. Jede grössere Wabe wird abermals durch bindegewebige Septa, die jetzt von mehr homogener Natur sind, gekammert, und die Zwischenräume sind ausgefüllt mit

einem „feinkörnigen Parenchym“, in welchem den Scheidewänden zunächst Kerne sich finden; ein wirkliches Epithel mangelt. Die Blutgefässe verzweigen sich an den Septen des Organs. Die Nervenfasern haben eine dicke Scheide, werden zuletzt fein und blass, ohne wie mir schien, mit gangliösen Elementen an ihrem Ende in Verbindung zu treten; nach *Bilharz* jedoch enden die Nervenfasern im elektrischen Organ des Zitterwelses mit scheibenförmigen Säckchen, gefüllt mit feinen Kernen und körniger, dem Inhalt der Ganglienkugeln ähnlicher Grundsubstanz; wohl aber sind bei *Torpedo* büschelförmige Verästelungen der Nervenfasern sehr zahlreich. — Ein mehrfaches Interesse gewährt es, dass das elektrische Organ von *Malapterurus* seine nervösen Elemente aus einer einzigen Ganglienkugel erhält. Diese von kolossaler Grösse und für das freie Auge gut sichtbar, dient zum Ursprung einer ebenso riesigen Nervenfaser, die durch Auflösung in zahlreiche Aeste und Zweige das ganze elektrische Organ versorgt (*Bilharz*, *Markusen*).

§. 186.

Physiologische Bemerkungen.

Physiologischerseits lässt sich über die (sub a, b, c, d) abgehandelten Organe fast gar nichts Positives vorbringen. Die becherförmigen Gebilde sich als Tastwerkzeuge vorzustellen, möchte noch am ehesten mit unseren sonstigen Kenntnissen über Tastorgane in Verbindung gebracht werden können: sie reichen bis an die Peripherie des Körpers, sind über die ganze Haut verbreitet und vorzüglich da ausgebildet, wo auch bei anderen Wirbelthieren der Tastsinn gerne seinen Sitz hat, so an den Lippen, den Bartfäden. Wahrscheinlich sind sie mit Contraktilität begabt, was keinesfalls gegen unsere Auffassung sprechen würde, und dass sie contraktil seien, glaube ich aus Folgendem schliessen zu dürfen. Schneidet man einer lebenden Grundel einen Bartfaden ab und betrachtet denselben ohne Deckglas bei starker Vergrösserung, so werden die in Rede stehenden Gebilde nicht in Becherform gesehen, sondern statt einer Mündung erblickt man sie über die Oberhaut warzenförmig verlängert. Nach einiger Zeit kommen aber statt der warzenförmigen Verlängerungen Oeffnungen zum Vorschein, welche Veränderung doch kaum anders als durch eine Contraktion der Wand des „Bechers“, durch eine Art Einstülpung vor sich gegangen ist. Auch bei einer lebenden Aalruppe sah ich die Becher auf der Hautbrücke, welche die Nasenöffnung in zwei theilt, anfangs warzenförmig vorstehen, und nachher erst entstanden die Oeffnungen.

Weit schwieriger, wenn nicht vorderhand geradezu unmöglich, ist es über die Funktion des sog. Schleimapparates eine bestimmte Vorstellung zu gewinnen. Dass ihre Bedeutung keinesfalls dahin geht, Schleim abzusondern, bedarf nach dem histologischen Befund keiner weiteren Widerlegung, und es springt in die Augen, dass sie wesentlich nervöse Apparate sind; da wir nun gegenwärtig bloss die fünf

gewöhnlichen Sinnesorgane und die elektrischen Organe als die Glieder dieser Kategorie kennen, so muss man sie, wollen wir an Bekanntes anknüpfen, der einen oder anderen Reihe beiordnen und natürlich werden wir, falls uns nicht die elektrischen Organe verwandtschaftlicher scheinen, unter den Sinnesorganen auf den Tastsinn verfallen, dessen Begriff ja ohnehin so unbestimmt und unklar ist, dass sich die fraglichen Bildungen der Fische auch unter ihm verbergen können. Indessen möchte ich meiner individuellen Auffassung nach immer noch ein neues Sinnesorgan, das für den Aufenthalt im Wasser berechnet ist, annehmen, da ich in dem, was wir bisher über die Organisation der Thiere wissen, doch nichts Zwingendes erblicken kann, dass lediglich mit den fünf bekannten Sinnen der Kreis der Sinnesorgane abgeschlossen wäre. Bis zu einem gewissen Grade schon würde die Frage nach der Qualität des Sinnesorganes in die Enge getrieben werden, wenn bei den eigentlichen Cetaceen ein ähnlicher Apparat zugegen wäre, dann dürfte man mit noch mehr Sicherheit die betreffenden Organe und den Aufenthalt im Wasser in Wechselbeziehung bringen. Bei *Monro* nämlich (Bau der Fische, übers. v. *Schneider* S. 152.) erwähnt *Camper* merkwürdigerweise Oeffnungen, womit die Schnauze des Braunfisches besetzt sei und vergleicht sie den Schleimröhren des Hechtes, und an der unteren Kinnlade des Wallfisches hat er unzählige dergleichen Oeffnungen gefunden. Möchte doch ein Naturforscher, dem sich die Gelegenheit zur Untersuchung darbietet, uns seine hierüber gemachten Wahrnehmungen nicht vorenthalten. Mehrmals hat man die Organe auch als elektrische angesprochen, ohne freilich irgend einen Beleg hiefür beibringen zu können, und es wäre desshalb sehr erwünscht, wenn ein Physiologe aus jener kleinen Gemeinde, welche die physikalische Seite der Physiologie pflegt, seine Thätigkeit auch auf die besagten Organe der Fische (incl. der pseudo- und wirklich elektrischen Organe) ausdehnen würde, da es scheint, als ob nur von daher ein Licht in dem bisherigen Dunkel aufgesteckt werden könnte.

Obschon durch die Beibehaltung der Bezeichnung „Schleimkanäle" der ersten irrigen Ansicht von diesen Organen Dauer und Ansehen verliehen zu werden scheint, so mag sie doch so lange stehen, bis eine nähere Einsicht in die Funktion erlangt wird.

Zur Literatur. *Müller*, Myxinoiden; *Ecker* im Jahresb. zu Müll. Arch. 1852 (der Angabe, dass sich in den Ampullen der Gallertröhren keine Theilungen der Nervenfasern finden, muss ich die gegentheilige Behauptung gegenüberstellen). *Robin*, *Annal. d. sc. nat.* 1847. Die Bläschen, in welche *Quatrefages* (ibid. 1845) die Nerven von *Branchiostoma* endigen sah, sind wahrscheinlich auch hierher zu zählen. — *R. Wagner* über d. fein. Bau d. elekt. Org. im Zitterrochen 1847. — *Sulla struttura intima dell' organo ellettrico, del Gimnoto e di altri pesci ellettrici del Dott. Filippo Pacini*, 1852. — Die obige Darstellung des „Schleimapparates" ist hauptsächlich meinen eignen Arbeiten entnommen: Müll. Arch. 1850 mit Abbildungen aus *Acerina cernua* und *Lota vulgaris*; ibid. 1851 mit Abbild. von *Lepidoleprus*, *Chimaera monstrosa*; ibid. 1854 (Beschreibung und Abbild. des pseudo-elektr. Organs im Schwanze von

Raja. Von sehr eigenthümlicher Art ist hier das Gewebe, welches die Wand der Follikel bildet.) Zeitschr. f. wiss. Z. 1849; Rochen und Haie 1852 (mit Abbildungen aus *Hexanchus*, *Galeus canis*, *Scymnus lichia*, *Acanthias vulgaris*, *Trygon pastinaca*, *Torpedo Galvanii*, *Sphyrna malleus*, *Raja clavata*); Unters. über Fische und Rept. 1858 mit Abbild. aus dem Stör.

Fünfzehnter Abschnitt.

Von den Tastwerkzeugen der Wirbellosen.

§. 187.

Zum Tasten können verschieden gestaltete, mit Nerven versehene Fortsätze der Haut, namentlich Anhänge des Kopfes (Antennen, Cirren, Tentakeln etc.) behülflich sein, oder es werden gewisse Hautstellen durch ihre Struktur zu einer präciseren Empfindung befähigt und auf diese Art ebenfalls zu Tastorganen umgeschaffen.

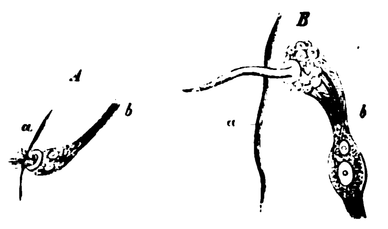
Diese Struktur scheint zu verlangen, dass der Nerv an seinem Ende mit Ganglienzellen in Verbindung steht, wozu noch besondere Ausrüstungen, Fortsätze der äussersten Hautschicht, den Tasthaaren der Säuger vergleichbar, sich gesellen können. Bei *Helix* geht der Fühlernerv (in den oberen und unteren Tentakeln) in ein längliches Ganglion über, aus dessen vorderem, etwas verbreitertem Ende eine Anzahl von Nerven hervorkommt, welche sich dichotomisch theilen und wieder mit einander in Verbindung treten, wodurch ein Geflecht erzeugt wird, dessen letzte Ausstrahlungen sich in einer Zellenmasse, die ich für Ganglienkugeln halten möchte, verlieren. Auch der Tentakelnerv von *Firola* enthält nach *Leuckart* solche Elemente. *Blanchard* sah bei *Janus* ebenfalls das Anschwellen der Tentakelnerven zu einem Ganglion.

Gangliöse Enden von Hautnerven mit Hinzutritt äusserer Hülfswerkzeuge sind von mir an Krebsen, Insekten und Rotatorien nachgewiesen worden. Am Thorax und schwanzartigen Abdomen des *Branchipus* sieht man helle Borsten immer dort, wo ein Ring an den nächstfolgenden stösst; die Basis der Borste ist umgeben von einer Schicht kleiner rundlicher Zellen, die sich übrigens nur auf die Basis der Borste beschränken. Die Hautnerven nehmen ihre Richtung auf solche Borsten zu, nachdem sie vorher in einer spindelförmigen Anschwellung einen oder mehrere helle Kerne mit körniger Umhüllungsmasse aufgenommen haben, und verlieren sich schliesslich in das Zellenlager an der Basis der Borste. Bei der Larve von *Corethra plumicornis* sind die Borsten der Haut entweder einfach, kurz mit knopfförmiger Basis, oder sie sind ästig getheilt, auch ein- oder doppelseitig

Fig. 113.

Endigung der Hautnerven von der Larve der Corethra plumicornis.
A äussere Haut, B Hautborsten, (C eigenthümlich federnder Apparat derselben), D Muskeln.
a ein Bauchganglion, b Bauchstrang, c, d, e Endigungsweise der Nerven. (Die helle Seite zeigt den frischen Zustand der nervösen Gebilde, die dunkle wie sie nach Einwirkung von Essigsäure erscheinen.)

Fig. 114.



Endigung der Hautnerven. (Starke Vergr.)
A von Notommata, B von Branchipus: a Haut, b der Nerv.

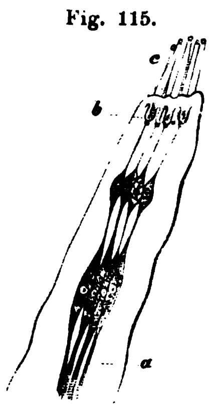
gefiedert. Die Borsten erscheinen nicht starr in der Chitinhülle befestigt, sondern sind durch eine elastische Vorrichtung beweglich eingelenkt. Die Nerven der Haut enden nun unterhalb der Basis der

Borsten mit kolbenförmiger Anschwellung, in der ein grösserer oder mehre kleine helle Kerne liegen. Ganz ähnlich sind die Verhältnisse bei den Rotatorien. Die Hautnerven suchen bestimmte Stellen, die fälschlich s. g. Respirationsröhren und Gruben, auf, an denen die *Cuticula* in Borstenbüschel ausgeht, um unter denselben mit gangliöser Anschwellung zu enden.

§. 188.

Bei einigen Thieren beobachtet man das Ende von Hautnerven mit ähnlichen spezifischen Gebilden in unmittelbarem Zusammenhang, wie dergleichen vom Auge und Ohr zu beschreiben sind, so dass man zweifelhaft sein kann, ob man es bloss mit einem feineren Tastorgan zu thun habe, oder ob gar eine höhere Sinnesempfindung, wie etwa die des Hörens, an solche Apparate geknüpft ist. Ich rechne hierher die zwei antennenartige Vorsprünge, welche an der Unterseite des Kopfes von dem Muschelinsektchen *Polyphemus monoculus* *) sich befinden und vorn schräg abgeschnitten und seicht ausgehöhlt sind. Im Inneren verlaufen Nerven, die durch Ganglienkugeln setzen; nach-

Fig. 115.



Tentakelartiger Vorsprung am Polyphemus monoculus.
a die Nervenfasern, zweimal mit Ganglienkugeln sich verbindend, b Einsackungen der Cuticula, c die Stäbchen am Ende der Nerven.

dem sie diese hinter sich haben, treffen sie nahe am Ende des antennenartigen Vorsprunges auf ovale, scharfconturirte Gebilde, die bei näherem Erforschen als Einsackungen der *Cuticula* sich ausweisen, in gleicher Anzahl vorhanden, als Nervenstreifen aus der Ganglienmasse entspringen. Vom Grunde jeder solchen Vertiefung der *Cuticula* (es mögen gegen 8 sein) erhebt sich ein zartconturirtes Säulchen, das an seinem freien Ende mit einem scharfgezeichneten Knöpfchen endet. Diese Säulchen haben eine unverkennbare Verwandtschaft mit den terminalen Stäbchen im *Acusticus* der Orthopteren (s. unten).

*) Die „Tastantennen" der andren *Cladocera s. Daphnidae* zeigen, wie ich nachträglich finde, dieselbe Organisation, worüber an einem anderen Orte Ausführlicheres berichtet werden soll.

Die gleichen histologischen Theile, nur mit etwas anderer Deutung, habe ich früher schon von *Branchipus* beschrieben. Auch dort (vergl. Zeitschr. f. w. Z. 1851, S. 292, Taf. VIII. Fig. 8) zeigen sich am Ende der Antennen ausser den hellen Borsten „sieben haarähnlich vorstehende Röhrchen", nach welchen sich das Ende des Antennennerven wendet, nachdem er ebenfalls vorher mit Ganglienkugeln sich verbunden hatte. Das knopfförmige Ende der „Röhrchen" habe ich damals für einen „gelblichen scharfconturirten Ring am freien Ende" genommen und ebenso wahrscheinlich die Vertiefung, aus der je ein Stäbchen heraussteht. Dass diese Organe noch verbreiteter vorkommen, ergiebt sich auch aus *Schödler's* Arbeit über *Acanthocercus rigidus*, Arch. f. Naturg. 1846; denn „die Büschel äusserst zarter Lamellen am freien Ende der Fühler" sind nach Abbildung und Beschreibung nichts anderes, als die von mir gemeinten und den Stäbchen im *Acusticus* der Insekten verglichenen Gebilde. Auch *Schödler* erblickt schon darin „ein Sinneswerkzeug" und denkt dabei sowohl an ein „ausgebildetes Tastorgan", als auch an das im Grunde der äusseren Fühler bei vielen Krebsen befindliche Organ, welches in neuerer Zeit für das Ohr gilt. Weitere vergleichend-histologische Untersuchungen sind nöthig, um den einen oder den anderen Vergleich näher begründen zu können.

Unter denselben Gesichtspunkt bringe ich auch eine Beobachtung *Meissner's*. An *Mermis albicans* sah dieser Forscher, dass die aus dem Inneren des Kopfes vorspringenden Papillen nichts anderes sind, als die Enden von Nerven; die Fasern endigen stumpf, wie abgeschnitten. Bei *Mermis nigrescens* tritt noch ein besonderes Gebilde hinzu in Form eines dreiseitig-konischen Körpers, welcher, von sehr scharfen Conturen begrenzt, den Eindruck eines kleinen Bläschens macht. Aehnliche Bildungen finden sich nach *Meissner* auch am Kopf mancher Nematoden, und er führt beispielsweise *Ascaris mystax* an, bei welcher ein grosses und als solches sehr deutliches Bläschen über den Papillen angebracht ist und ganz frei über die Hautoberfläche hervorragt.

Vergl. *Meissner* über *Mermis albicans* und *nigrescens* in Zeitschr. f. w. Z. Bd. IV, Bd. VII. Aus Andeutungen *Meissner's* ist ersichtlich, dass ihm die Auffassung als Tastorgane ebenfalls etwas unbestimmt vorkommt, allein man wird vorläufig nicht darüber hinauskommen, so wenig wie solches mit dem „Schleimapparat" der Fische ausführbar ist. — Ueber die Endigung der Hautnerven von *Branchipus*, *Corethra*, Rotatorien siehe Zeitschr. f. w. Zool. Bd. III, Bd. VI. *M. Schultze* bestätigt meine Angaben an den Jungen von *Balanus* ibid. Bd. IV. Zu den oben abgehandelten eigenthümlichen Körpern am Ende der Hautnerven möchte ich auch die scharfconturirten Zellen, eine glänzende Kugel enthaltend, rechnen, welche sich bei *Phyllirhoe bucephalum* nach *H. Müller* und *Gegenbaur* in der Haut finden, wenn an diese Zellen constant, und nicht, wie *M.* und *G.* melden, „öfters" ein Nervenfädchen tritt.

Sechzehnter Abschnitt.

Vom Geruchsorgan des Menschen.

§. 189.

Man unterscheidet am Geruchsorgan die durch Einstülpung des oberen und mittleren Keimblattes entstandenen Riechhöhlen und den vom Gehirn entgegenwachsenden Geruchsnerven. Das obere Blatt liefert die epitheliale Auskleidung, das mittlere die bindegewebigen, gefäss- und nervenhaltigen Schichten.

Die *Nervi olfactorii* weichen in ihrem Bau von allen übrigen Kopfnerven dadurch ab, dass sie keine einzige dunkelrandige Faser enthalten, sondern lediglich blasse, fein granuläre, mit zahlreichen Kernen versehene Fibrillen besitzen, über deren Ende in der Nasenschleimhaut man noch nichts weiss.

Die Nasenschleimhaut hat ihre bindegewebige untere Lage, die der elastischen Elemente fast entbehrt, sehr gefässreich ist und zahlreiche Schleimdrüsen von der gewöhnlichen traubenförmigen Gestalt in sich einbettet. Bemerkenswerth ist, dass diese Lage der Schleimhaut an den Grenzen des Scheidewandknorpels und an den unteren Muscheln sich beträchtlich verdickt, was durch eine eigenthümliche Entwickelung der Venennetze bedingt wird, durch welche sich muskulöse Trabekeln hinspannen, so dass eine Art *Corpus cavernosum* entsteht.

Der epitheliale Ueberzug der Schleimhaut ist am Naseneingang (so weit der knorpelige Theil der Nase reicht) ein geschichtetes Plattenepithel; im knöchernen Bereich der menschlichen Nase ist er allerorts aus flimmernden Cylinderzellen zusammengesetzt. Die Zellen scheinen in der *Regio olfactoria* zarter zu sein, als in den unteren Gegenden, und hier und da zwei, selbst drei hintereinander liegende Kerne zu haben. Auch die Nebenhöhlen der Nase (Stirn-, Keilbein-, Siebbein-, Kiefer-Höhlen), sowie Thränengang und Thränensack flimmern.

Das Schwellgewebe an den Muscheln der Nasenschleimhaut hat *Kohlrausch* (Müll. Arch. 1853) entdeckt; es erklärt sich daraus die Anschwellung der Schleimhaut der Nasengänge bei chronischem Schnupfen, sowie auch damit ein Licht auf die profusen Nasenblutungen geworfen wird. — Dass die Nasenhöhle überall flimmert, sowie dass die Drüsen der *Regio olfactoria* gewöhnliche acinöse Schleimdrüsen sind (beides entgegen der gewöhnlichen Angabe), haben wir an einem Hingerichteten wahrgenommen (Würzb. Verhandl. 1854). Wird von *Ecker* bestätigt (Bericht der naturf. Ges. in Freiburg Nr. 9).

Siebzehnter Abschnitt.

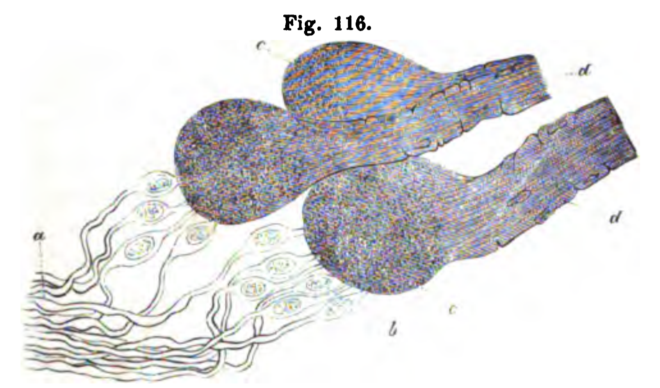
Vom Geruchsorgan der Thiere.

§. 190.

Nervus olfactorius.

Es verdient alle Berücksichtigung, dass die Geruchsnerven durch sämmtliche Klassen der Wirbelthiere, demnach bei Säugern, Vögeln, Amphibien und Fischen, denselben eigenthümlichen histologischen Charakter kundgeben, wie beim Menschen, d. h. immer aus blassen, marklosen, feingranulären Streifen bestehen. Es herrscht bezüglich der Organisation die grösste Aehnlichkeit zwischen den Geruchsnerven der Wirbelthiere und den Nerven mancher Wirbellosen, z. B. der Insekten. Wie bei letzteren formt das Neurilem, welches pigmentirt sein kann (*Polypterus* z. B.) Röhren mit zahlreichen Kernen und umschliesst die blasse, feinkörnige Nervensubstanz. Die Fibrillen sind (wie bei Wirbellosen) meist schwierig oder auch gar nicht zu isoliren; beim Stör, wo sie sich leichter darstellen liessen, haben sie nicht so zahlreiche Kerne, als bei anderen Thieren, und ausser ihrer blass-feinkörnigen Substanz noch feine Fettpünktchen. Die bindegewebige Scheide, welche die

Fig. 116.



Aus dem Nervus olfactorius, da wo er unter dem Geruchsorgan liegt, von Sphyrna.
a scharfconturirte Fibrillen, welche die weisse Partie des Nerven bilden, sie gehen über in b blasse bipolare Zellen und diese verlieren sich in c Klumpen einer feinkörnigen Substanz. Aus ihnen gehen hervor d die eigenthümlichen Bündel des Geruchsnerven. (Starke Vergr.)

Fibrillen zusammenhält, schnürt sich gern spiralig ein. Beim Proteus sind die Kerne des *Olfactorius*, wie auch am übrigen Körper, länger als bei anderen Thieren. Von Selachiern habe ich beschrieben (Rochen und Haie S. 35), wie der Uebergang der dunkelrandigen Nervenfasern in die grauen Geruchsnerven erfolgt. Der an der Nase angekommene

Nerv liegt an der unteren Seite derselben, umgeben von einer Scheide; macht man hier einen senkrechten Schnitt, so zeigt sich, dass der Nerv aus einem unteren weissen und einem oberen grauen Theil zusammengesetzt ist, und zwar umgiebt die weisse Substanz die graue halbmondförmig; die weisse besteht aus feinen, aber dunkelrandigen Fibrillen, die sich zur grauen Masse dadurch hinüber bilden, dass sie blass werden, einen Kern als Ganglienkugel aufnehmen und dann in kugelförmige, von freiem Auge sichtbare und mit Blutgefässen umsponnenen Klumpen einer feinkörnigen Substanz eintreten; aus letzteren kommen blasse, feinkörnige Bündel hervor, welches die Stämme der Geruchsnerven sind.

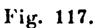
In der Riechschleimhaut aller Wirbelthiere werden auch noch dunkelrandige Nervenfasern angetroffen; sie gehören dem *Trigeminus* an. Beim Stör scheinen die Fasern erst nach der Centralstelle, von der die radiären Falten auslaufen, zu gehen, um von hier aus in die letzteren einzudringen.

§. 191.

Riechschleimhaut.

Die Riechschleimhaut hat immer Bindegewebe zur Grundlage, welche auch das Gerüst der Drüsen bildet. Letztere sind bei Säugethieren von einfacherer Form, als beim Menschen; cylindrische Schläuche nämlich mit etwas gekrümmtem blinden Ende, wie *Todd-Bowman* zuerst bemerkte. Ich kann das für die Ziege bestätigen, wo sie auffallend an die Lieberkühn'schen Darmdrüsen erinnern. Bei den Vögeln (Taube) sind, wie ich sehe, die Drüsen sehr zahlreich; sie zeigen sich unter der Form kurzer Säckchen mit enger Mündung und werden hübsch von Blutgefässen umsponnen. Auch beim Frosch und der Eidechse stehen die Drüsen der Nasenschleimhaut sehr dicht gedrängt bei einander, für das freie Auge als weissliche Körper unterscheidbar; die kleineren sind simple längliche

Fig. 117.





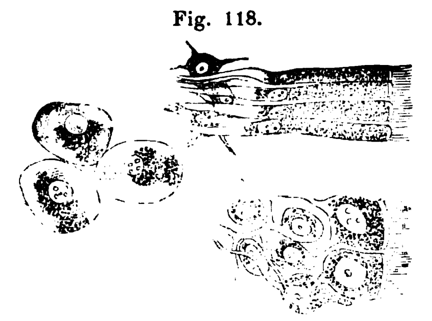
Aus der Nasenschleimhaut des Frosches.
a das flimmernde Epithel mit den zweierlei Zellen, b Drüse der Schleimhaut.
(Starke Vergr.)

Säckchen, die grösseren werden durch unvollständige Septenbildung von Seiten der *Tunica propria* annähernd gelappt. Ob auch bei Fischen die Nasenschleimhaut Drüsen besitzt, ist zweifelhaft; vielleicht werden sie ersetzt durch die von mir „Schleimzellen" genannten

Gebilde, welche sich (z. B. beim Stör) zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen reichlich finden und mit eiweissartigen Kügelchen angefüllt sind. — Die Bindesubstanz der Schleimhaut erscheint, besonders häufig bei niederen Wirbelthieren, verschiedenfarbig pigmentirt.

Das Epithel ist nicht überall gleichmässig. Im Allgemeinen trägt es bei allen Wirbelthieren Flimmercilien, doch kommen auch flimmerlose Stellen vor, so bei Säugethieren in der ganzen *Regio olfactoria* nach englischen Histologen (*Todd-Bowman*). Auch mir schien bei der Ziege die mit schlauchförmigen Drüsen versehene Schleimhaut cilienlos; doch hat *Reichert* beim Kaninchen hier einzelne Gegenden von Flimmerepithel bekleidet gesehen; bei Selachiern umgekehrt wimpern jene Fältchen, auf denen die Endausbreitung des Riechnerven geschieht, während das mittlere Längsband, die Quer-

Fig. 118.



Vom Nassenepithel der Fische und Reptilien. (Starke Vergr.) Die drei Zellen links sind cilienlos und von Raja batis; die Zellengruppen rechts gehören und zwar die obere der Lacerta agilis, die untere dem Triton igneus an. Man sieht ausser den Flimmerzellen in der Tiefe noch verzweigte Zellen.

falten erster Ordnung und die Decke des Geruchsorgans (von *Sphyrna*) von einem wimperlosen Pflasterepithel überzogen sind. Dass zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen noch Schleimzellen sich finden (*Acipenser*), wurde schon erwähnt. Etwas Aehnliches kommt auch bei Batrachiern und Knochenfischen vor, indem sich zwischen den hellen Zellen andere, mit körnigem Inhalt gefüllte sehr bemerkbar machen.

Um das Geruchsorgan zu stützen, dienen noch knorpelige und knöcherne Theile. In der hyalinen Knorpelsubstanz der Nasenmuschelnder Vögel (*Sturnus vulgaris, Scolopax, Tetrao*) stehen die Knorpelzellen äusserst dicht beisammen, ebenso in dem schön gegitterten Knorpelgerüst der Nase von Proteus. (Ein ähnliches Knorpelgitter scheint auch unter den Fischen die Nasenkapseln der *Myxinoiden* und der *Dipnoi* zu umschliessen). — In den knöchernen Nasenmuscheln der Hausmaus erblickt man schon im frischen Zustande den Kern der Knochenkörperchen sehr leicht. — Der Naseneingang hat immer ein geschichtetes Plattenepithel, das sich z. B. an *Chelonia* ziemlich weit nach innen erstreckt; noch grösser ist das Bereich des Plattenepithels, wo eine äussere Nase zugegen ist; beim Maulwurf z. B. geht das ge-

schichtete Plattenepithel, in so weit die knorpelige Nase reicht; hierauf nimmt Flimmerepithel die Stelle ein. Daher wird auch, was ich hier aufnehmen will, der Rüssel des Elephanten, bekanntlich eine verlängerte Nase, von einer Epidermis ausgekleidet, die sich deutlich in Horn- und Schleimschicht scheidet. Der bindegewebige Theil der *Mucosa*, in welchem ich Drüsen vermisse (auch *Cuvier* nennt das Oberhäutchen trocken), erhebt sich in zahlreiche, sehr entwickelte, häufig in mehre Spitzen ausgezackte Papillen. Nach aussen geht das *Corium* der Schleimhaut über in die Sehnen der Rüsselmuskeln. Auch der statt der äusseren Nase vorhandene Spritzapparat der Cetaceen ist mit „hartem, trockenem Epithel“ überzogen. — Das Gerüst der äusseren Nase, gewöhnlich nur aus Bindegewebe und Knorpel geformt, ossifizirt theilweise beim Schwein und Maulwurf zum s. g. Rüsselknochen, bei den Faulthieren zum *Os praenasale.*

§. 192.

Die Jacobson'schen Organe der Säuger, bekanntlich „häutig-knorpelige Röhren, welche auf dem Boden der Nasenhöhle, zwischen der Schleimhaut der Nasenscheidewand und dem Pflugschaarbein liegen“, haben, wie ich nach Untersuchungen an jungen Ziegen und Katzen anführen kann, eine aus Hyalinknorpel bestehende Wand; das Innere des Rohres kleidet eine Schleimhaut aus, deren dickliche Beschaffenheit durch zahlreiche traubige Schleimdrüsen bedingt ist; zwischen den Drüsen ist das Bindegewebe fest und derb. Die Schleimhaut trägt ferner die Ausbreitung zweierlei Nerven, indem nämlich (bei der Katze) 5—6 Stämmchen des *N. Olfactorius* in die Röhre eintreten und mehre Aeste des *N. Trigeminus*, feinere und dickere. Dass sich Blutgefässe in derselben Schleimhaut finden, ist selbstverständlich. Das im Verhältniss sehr enge Lumen des Rohrs wird von einem Flimmerepithel begrenzt. Um sich eine gute Uebersicht über den histologischen Bau der Jacobson'schen Organe zu verschaffen, empfehle ich senkrechte Schnitte durch das ganze Gebilde zu machen, welche, wenn gerathen, zeigen, dass sich die Stämmchen der dunkelrandigen Nerven auf einer Seite zusammenhalten, und zwar nach unten und aussen, ebenso die blassen Fasern des Geruchsnerven beisammen nach der inneren Seite zu liegen. Die Jacobson'schen Organe weichen dem Gesagten zufolge in geweblicher Beziehung durchaus nicht von den übrigen Nasengängen ab und werden daher wohl auch eine analoge Funktion haben.

In neuester Zeit hat *Eckhard* (Beitr. z. Anatomie u. Physiol.) interessante Mittheilungen über Beziehungen des Nasenepithels zu den Enden der Geruchsnerven veröffentlicht. Nach ihm sind beim Frosch die Flimmerhaare der Epithelzellen, da wo sich der Geruchsnerv ausbreitet, sehr lang und äusserst fein (von *Polypterus* hatte ich auch früher gemeldet, dass die Cilien des aus kurzen Cylinderzellen bestehenden Nasenepithels ansehnlich lang sind, was ich ebenso bei Teleostiern, dem Aal z. B. sehe); die des nachbarlichen Epithels sind kürzer und dicker. Die

Epithelzellen gehen nach der der Tiefe zugewendeten Seite hin in einen sehr langen Faden aus. Zwischen diese Fäden tragenden Zellen ist ein zweites System von Fasern gefügt, die mit Kernen in Verbindung stehen. *Eckhard* stellt die Hypothese auf: Die Epithelialzellen oder die zwischen ihnen gelegenen, stumpf endigenden Fasern sind die wahren Enden der Geruchsnerven.

Unabhängig von *Eckhard* hat ferner *Ecker* ganz ähnliche Beobachtungen von der Riechschleimhaut des Menschen und der Säugethiere gemacht (Berichte über d. Verhandl. d. Gesellsch. f. Beförd. d. Naturwiss. zu Freiburg Nr. 12. 1855). Auch *Ecker* nimmt eine Continuität zwischen den Enden der Olfactoriusfasern und Flimmerzellen an, und obschon er ebensowenig wie *Eckhard* den unzweifelhaften Uebergang der fadenförmigen Ausläufer der Epithelzellen in Olfactoriusäste sich vorführen konnte, so neigt er zur Annahme, dass diese Epithelzellen die Analoga der Retinastäbchen im Auge, sowie der Corti'schen Organe im Ohre seien.

Insoweit ich bisher diesem schwierigen Gegenstande etwas abgewinnen konnte, möchte ich den von *Eckhard* und *Ecker* vermutheten Zusammenhang der Nervenfasern und Epithelzellen in Abrede stellen; es sind doch, abgesehen davon, dass Niemand den Zusammenhang beider Gebilde beobachtet hat, die Epithelzellen gegenüber den Nervenfasern viel zu zahlreich, als dass sie als Nervenenden gelten könnten, sollten vielmehr wirklich die Nervenfibrillen über das bindegewebige Stratum hinausgehen und in die Epithellage eintreten, so würde ich eher, wie oben bereits erwähnt wurde, eigenthümliche, das Licht stark brechende Streifen, welche zwischen den Epithelzellen der Nasenschleimhaut kenntlich sind, mit Nervenenden in Beziehung bringen. Uebrigens ist in Betreff der Zusammensetzung des Epithels so viel gewiss, dass in den unteren Schichten verästelte und selbst untereinander communicirende Formen der Zellen vorkommen, was aber, man denke an die strahligen Pigmentfiguren in der Epidermis verschiedener Thiere, keinesfalls eine ausschliessliche Eigenschaft des Nasenepithels genannt werden darf.

§. 193.

Geruchsorgan der Wirbellosen.

Unter den Wirbellosen kennt man ein Geruchsorgan bei den Cephalopoden. Es sind Gruben der Haut, deren Epithel nicht flimmert; auf dem Grunde erhebt sich zuweilen eine Papille, in welche der Nerv tritt.

Neuerdings glaubt man auch bei den Gasteropoden dem Geruchsorgan auf die Spur gekommen zu sein. An der unteren Fläche des s. g. Rückenschilds beschreibt *Hancock* bei den Bulliden ein scheibenförmiges Gebilde, das von einem eigenen Nerven versorgt wird und in manchen Fällen mit blätterigen Runzeln, wie das Geruchsorgan der Fische besetzt ist. *Leuckart* möchte auch die von *Gegenbaur* an den Pteropoden beschriebene Flimmerscheibe, die einem besonderen Nerven mit ganglionärem Ende aufsitzt, als Geruchsorgan deuten. — Manche erklären ferner die Antennen der Insekten für Geruchsorgane. Nach *Erichson* reichen an den Endgliedern dieser Gebilde zahllose kleine Gruben in die Tiefe der Chitinhaut hinab „und erscheinen zur Vermittelung einer Geruchsempfindung sehr zweckmässig.“ Aehnlich spricht sich *Burmeister* aus. Mir dünkt ebenfalls, dass die Antennen eine vom Tasten verschiedene Verrichtung haben, denn ich sehe z. B. an Ichneumonidenarten, dass in der Haut jedes Antennengliedes ausser den gewöhnlichen Haaren und den feinen

Porenkanälen noch eigenthümliche längliche Gruben vorhanden sind, in deren Tiefe sich die Chitinhaut verdünnt. Da nun dergleichen Bildungen am ganzen übrigen Körper fehlen, selbst an den tastenden Palpen und Fussenden, und da ausserdem ein starker Nerv im Inneren der Antennen verläuft, so darf man der Vermuthung Raum geben, dass man es mit einem spezifischen Sinnesorgan zu thun hat, und aus Mangel an physiologischen Anhaltspunkten dürfte vorderhand noch am ehesten auf ein Geruchsorgan gerathen werden. Bezüglich der eigenthümlichen dichtstehenden, trichterförmigen Vertiefungen in den Antennenblättern des Maikäfers sei erwähnt, dass diese mit Luft gefüllt sind und desshalb einen stark schattirten Rand haben. Wenn ich übrigens recht beobachtet habe, so finden sich ganz ähnliche mit Luft gefüllte Vertiefungen am Brustschild der *Lampyris spendidula.* (Am bequemsten sieht man die eigenen Gruben der Antennen bei Insekten, die noch nicht ihre Puppenhülse verlassen hatten und pigmentlos sind; an *Gastropacha pini* z. B., wo sie am fertigen Schmetterling nicht ohne Weiteres in die Augen springen, erkennt man an der Vorderfläche der Seitenstrahlen die rundlichen Vertiefungen mit centralem Punkt bei noch farblosen, aus der Puppe genommenen Thieren ganz leicht.)

Achtzehnter Abschnitt.

Vom Sehorgan des Menschen.

§. 194.

Der Augapfel ist zusammengesetzt aus der Faserhaut, *Sclerotica* und *Cornea*, zweitens der Gefässhaut, *Chorioidea* und *Iris*, und drittens der Nervenhaut, *Retina*. Diese drei Membranen bilden hauptsächlich die Wand des *Bulbus*, während das Innere von den brechenden Medien, der Linse und dem Glaskörper eingenommen wird.

Die Entwicklung des Augapfels geschieht vom Gehirn aus und von der äusseren Haut her. Aus dem Gehirn stülpen sich die primitiven Augenblasen, welche sich in die sekundären, doppelwandigen dadurch umwandeln, dass die Linse vom oberen Keimblatt sich hereinbildet. Das obere Keimblatt (Epidermisüberzug der Haut) verdickt sich an dieser Stelle zu einer dickwandigen Hohlkugel, die sich als Linse abschnürt (*Huschke, Remak*). Die Linse ist sonach ein Produkt des oberen Keimblattes.

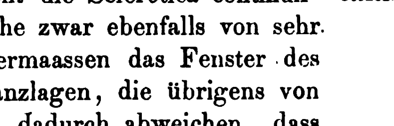
§. 195.

Sclerotica.

Die weisse, derbe und feste Sclerotica besteht aus dichtem Bindegewebe, dessen Lagen in verschiedenen Richtungen sich durchflechten. Die Bindegewebskörperchen bilden ein zusammenhängendes

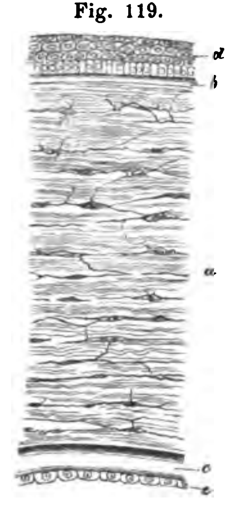
Netz von Kanälen, in denen wahrscheinlich eine Ernährungsflüssigkeit durch die ganze harte Haut sich verbreitet. An eigentlichen Blutcapillaren ist die Sclerotica sehr arm.

Cornea.



Am vorderen Abschnitt des Auges geht die Sclerotica continuirlich in die Hornhaut, *Cornea*, fort, welche zwar ebenfalls von sehr festem Gefüge, aber durchsichtig, gewissermaassen das Fenster des Auges ist. Auch sie besteht aus Bindesubstanzlagen, die übrigens von dem gewöhnlichen Bindegewebe chemisch dadurch abweichen, dass

Fig. 119.



Senkrechter Schnitt durch die Hornhaut.
a eigentliche Substanzlage der Hornhaut mit den Bindegewebskörperchen (sollte im Verhältniss zu den andern Schichten dicker gezeichnet sein), b die homogene Grenzschicht an der vorderen Fläche, c die homogene Grenzschicht (Descemet'sche Haut) an der hinteren Fläche der bindegewebigen Hornhautsubstanz, d das Epithel der Conjunctiva, e das Epithel der Descemet'schen Haut. (Mässige Vergr.)

sie beim Kochen nicht Leim, sondern Chondrin geben (*Joh. Müller*). Die Bindesubstanzlamellen durchstricken sich auf's mannichfaltigste und zwischen ihnen erscheint sehr klar ein System von netzförmig verbundenen Bindegewebskörperchen, welche im Normalzustand nur *Plasma sanguinis* führen, in der pathologisch veränderten Hornhaut indessen endogene Zellen, Fetttröpfchen u. s. w. enthalten können. An der vorderen und hinteren Fläche der Hornhaut geht die Bindesubstanz in homogene Lamellen aus; die vordere ist dünner als die hintere und erscheint eigentlich nur unter der Form eines hellen Grenzsaumes, ganz in der Art, wie auch die Lederhaut, Schleimhäute, seröse Häute etc. einen gleichen homogenen Rand bilden; die hintere Lamelle hingegen ist viel dicker, von glasartigem Aussehen und heisst Wasserhaut oder *Membrana Descemeti*. Indem diese Haut ringsherum, da wo die Hornhaut aufhört, in ein Netzwerk von mehr elastischen als bindegewebigen Fasern sich auflöst, nachdem sie vorher in warzenartige Ver-

dickungen (*Hassal, Henle*) sich erhoben hat, wird das *Ligamentum pectinatum* erzeugt.

Die beiden homogenen Lamellen der Hornhaut sind von einem Epithel überdeckt, jenes der vorderen Seite ist ein geschichtetes Plattenepithel, dessen unterste Zellen länglich sind und senkrecht stehen. Das Epithel repräsentirt die Conjunctiva der Hornhaut. Die Epithelschicht der Descemet'schen Haut ist einfach und aus polygonalen Zellen zusammengesetzt.

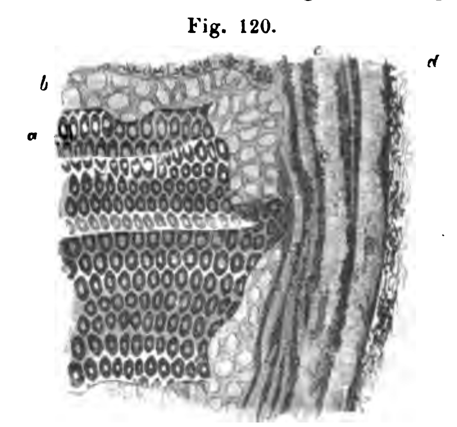
Die Hornhaut des Erwachsenen ist fast ganz gefässlos. Nur am Rande beobachtet man einzelne kurze Gefässschlingen in Begleitung der hier eintretenden Nervenstämmchen und dann auch noch oberflächlich, der Bindehaut zunächst, eine Anzahl feiner Gefässbogen, die sich aber höchstens eine Linie weit in die Hornhaut erstrecken. Die *Cornea* ist ziemlich reich an Nerven. Die Ciliarnerven geben 20 — 30 Stämmchen ab, welche vom Scleroticalrande her in die Hornhaut eindringen; sie verlieren sehr bald ihre Markscheide, werden daher blass und so durchsichtig, dass die Studien über die Endigungsweise mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen haben; über die Ergebnisse der Untersuchung vergl. unten: Hornhaut der Wirbelthiere.

§. 195.

Chorioidea. Die zweite Haut des Augapfels oder die Aderhaut heisst in ihrem hinteren umfänglicheren Abschnitt *Chorioidea* und in ihrem vorderen kleineren *Iris*.

Die *Chorioidea*, Gefässhaut, zerfällt in zwei histologisch verschiedene Schichten. Die äussere oder Hauptlage besteht aus Bindesubstanz und Gefässen, die innere Schicht ist eine pigmentirte Zellenlage. — Das Bindegewebe oder Stroma, der Träger der Blutgefässe, erscheint in den äusseren Schichten stark pigmentirt und zwar ist ein dunkelkörniges Pigment in den verzweigten Bindegewebskörperchen

Fig. 120.



Stück der Chorioidea. (Mässige Vergr.)
a epithelartige Lamina pigmenti, zum Theil abgelöst und eingerollt, b Membrana chorio-capillaris, c die stärkeren Gefässe der Chorioidea, d die Lamina fusca.

abgesetzt. Beim Weglösen der *Chorioidea* von der *Sclerotica* bleibt immer ein Theil dieser bräunlich oder schwärzlich gefärbten Bindesubstanz an der Innenfläche der *Sclerotica* hängen und stellt damit die *Lamina fusca* der Autoren vor. Nach innen zu gestaltet sich das Bindegewebe zu einer homogenen zarten Haut. Die stärkeren Gefässe, Ciliararterien und Venen, sowie die Ciliarnerven liegen in dem pigmentirten Bindegewebe, während die feine, äusserst dichte capillare Ausbreitung der Chorioidealgefässe in der eben bezeichneten homogenen Haut ruht, welche als die Grenzschicht des Bindegewebes nach innen anzusehen ist (*Membrana chorio-capillaris* oder *Membr. Ruyschiana*).

Die Epithellage an der Innenfläche der *Chorioidea* besteht aus regelmässig polygonalen Zellen, die sich bis zur *Ora serrata* in einfacher Lage erstrecken und dicht mit Pigmentkörnern erfüllt sind. (*Lamina pigmenti* der Autoren.)

Die *Chorioidea* besitzt auch einen Muskel, es ist das der grauweisse Ring auf der äussren Fläche des vorderen Randes der *Chorioidea* (das *Ligamentum ciliare* der Aelteren). Er ist aus glatten Fasern gebildet, die radiär von der *Sclerotica*, da wo sie in die *Cornea* übergeht, entspringen und sich an die *Chorioidea* ansetzen. Die Muskelfasern sind kurz, zart und ihr Kern rundlich, nicht stabförmig.

Iris.

Die *Iris*, Regenbogenhaut, besteht ebenfalls aus Bindegewebe, Blutgefässen, Nerven, Muskeln und Epithellagen. Das Bindegewebe oder Stroma der *Iris* hat zahlreiche verzweigte Bindegewebskörperchen, die häufig Pigmentmolekule zum Inhalt haben und auch hier formt die Bindesubstanz nach der freien Fläche hin einen homogenen Saum. Die Blutgefässe der *Iris* schildert was Anordnung und Vertheilung betrifft jedes Compendium der Anatomie. Die zahlreichen Nerven sind die Endausbreitungen der *Nervuli ciliares*, welche lediglich den Spannmuskel der *Chorioidea* und die muskulösen Elemente der *Iris* zu versorgen haben. Die Muskeln sind glatt und ordnen sich einerseits ringförmig um die Pupille herum, wodurch der Verengerer gebildet wird, andererseits verlaufen sie strahlig von dem Rande des *Sphincter* nach dem Ciliarrand der *Iris*, wodurch der Erweiterer oder *Dilatator* der Pupille zu Wege kommt. — Die freien Flächen der *Iris* deckt, wie anderwärts, ein Epithel; das der vorderen Fläche ist zart und einfach, mit der Zellenschicht der Descemet'schen Haut in Verbindung stehend, das der hinteren Seite ist die Fortsetzung der pigmentirten Zellenlage der *Chorioidea*, besteht jedoch durchweg aus übereinander gehäuften Zellenschichten, die mit schwarzem Pigment vollgefüllt sind (*Uvea* oder Traubenhaut des Auges). Der helle, freie Rand dieser Pigmentzellen giebt *in toto* betrachtet auch wohl das Aussehen einer hellen scheinbar selbständigen *Cuticula*.

Hinsichtlich der Farbe der *Iris* sei noch bemerkt, dass sie blau erscheint, wenn ihr Stroma kein Pigment enthält und daher nur das

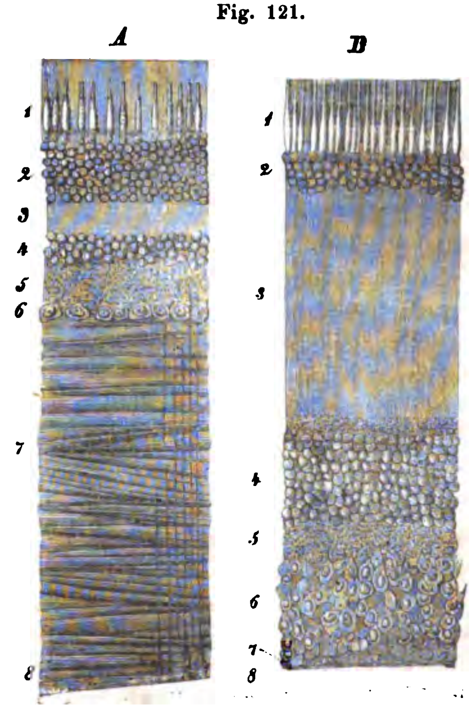
der *Uvea* durchschimmert; die bräunlichen und dunklen Färbungen rühren her von gelblichen oder bräunlichen Körnern und Klümpchen, welche an das Stroma in variabler Menge gebunden sind.

§. 196.

Retina.

Die dritte oder innerste Haut des Augapfels ist die **Retina**, die **Nervenhaut**. Sie hat den Bau eines membranförmig ausgebreiteten Ganglions, besteht demnach aus Bindesubstanz und den nervösen Elementen, und diese lassen wieder eine Anzahl von Schichten unterscheiden. Die Bindesubstanz der Retina ist, wo sie als Träger der Blutgefässe fungirt, gleichwie in den Nervencentren eine weiche molekuläre Masse, sie gewinnt aber, ähnlich wie an der Oberfläche der Hirnhöhlen, eine festere Beschaffenheit an der inneren Oberfläche der Retina, da wo sie an den Glaskörper anstösst und wird zu einer hellen, homogenen Membran, die man als Begrenzungshaut, *Membrana limitans* bezeichnet. Von der Innenfläche der *Membrana limitans* weg durchsetzen Faserzüge in radiärer Richtung die Retina (das radiäre Fasersystem der Autoren), die sammt der *M. limitans* mir gleichsam

Fig. 121.



A **Senkrechter Schnitt** aus der menschlichen Retina, neben der Eintrittsstelle des Sehnerven: 1) Stäbchenschicht, 2) äussere Körnerschicht, 3) Zwischenkörnerschicht, 4) innere Körnerschicht, 5) granulöse Schicht, 6) Nervenzellenschicht, 7) Sehnervenfasern, 8) Begrenzungshaut.

B **Schnitt aus dem gelben Fleck** der menschlichen Retina, Bezeichnung der Zahlen wie vorhin. (Nach *H. Müller.*)

den Rahmen oder Stützapparat abzugeben scheinen, in welchem die spezifischen oder nervösen Gebilde der Retina enthalten sind. Die nervösen Elemente bilden, wenn man von innen nach aussen zählt 1) die Faserschicht des Sehnerven, 2) eine Schicht grauer Nervensubstanz, 3) die Körnerschicht, 4) die Stäbchenschicht. Zum weiteren Verständniss derselben diene folgendes.

Nachdem die Faserbündel des Opticus ins Auge eingetreten sind, breiten sie sich geflechtartig in der Richtung von Meridianen des Augapfels aus und bilden die erste Schicht unmittelbar unter der *Membr. limitans*, die sich bis zur *Ora serrata* erstreckt. Am gelben Fleck, *Macula lutea*, wo bekanntlich das deutlichste Sehen Statt findet, ist diese Faserschicht des Opticus nur unvollständig, indem eine continuirliche Lage von Nervenfasern an der Oberfläche desselben mangelt, und die herangetretenen Fasern sich zwischen die zelligen Theile dieser Gegend verlieren. Die Fasern des Opticus sind blass, zart, zu Varikositäten sehr geneigt. Alle die Fasern der Opticuslage enden in den Fortsätzen multipolarer grosser Ganglienzellen, welche der Faserschicht des Opticus aufliegen. Andere Fortsätze verbinden die Ganglienkugeln unter einander selber, und wieder andere Fortsätze verlaufen nach der Körnerschicht. Die multipolaren Ganglienkugeln und ihre Ausläufer (graue Nervenfasern *Pacini*) gegen die Körnerschicht zu, bilden zusammen die Lage, die vorher als Schicht grauer Nervensubstanz unterschieden wurde. Indem jetzt diese Ausläufer der grossen Ganglienzellen noch einmal mit den Fortsätzen kleinerer Ganglienkugeln in Zussammenhang treten, entsteht die „Körnerschicht“ und zuletzt sollen die Ausstrahlungen der kleinen Ganglienzellen mit fadenartigen Ausläufern der Stäbchen zusammenhängen. Die Stäbchenschicht besteht aus den eigentlichen Stäben und den Zapfen. Erstere sind schmale, helle, homogene Cylinder, äusserst empfindlich gegen äussere Einflüsse, die Zapfen sind kürzere Stäbchen, deren Ende zapfen- oder birnförmig angeschwollen ist. Stäbchen und Zapfen sind pallisadenartig aneinander gereiht, und meist ist die Stellung so, dass die Zapfen vertheilt zwischen den Stäben stehen, am gelben Fleck aber sind nur Zapfen zugegen. Der Faden, in welchem die Stäbchen und Zapfen an ihrem inneren Ende sich verlängern, ist es eben, der mit den Ausläufern der kleinen Ganglienzellen (Körnerschicht) zusammenhängen soll.

Die Retina erscheint dem Gesagten zufolge von einem analogen Bau, wie die nervösen Centralorgane, da die Fasern des Opticus blasser und feiner geworden, in den Ausläufern von Ganglienzellen untergehen, man könnte auch sagen, entspringen. Die Ganglienzellen unter einander selbst wieder durch Commissuren in Zusammenhang, entsenden andre Ausläufer, die, nachdem sie abermals mit kleineren Ganglienzellen sich verknüpft haben, in Form von stabartigen Gebilden, die sehr regelmässig geometrisch geordnet sind, enden. Die

Stäbchen und Zapfen gelten desshalb gegenwärtig als die eigentlich lichtempfindenden Theile, die fasrigen nervösen Elemente dienen zur Leitung, die Nervenzellen wirken wie Nervencentren.

§. 197.

Linse. Die Krystalllinse zeigt eine Zusammensetzung aus Kapsel- und Linsensubstanz. Die Linsenkapsel ist eine wasserhelle, strukturlose Membran, welche die Linse eng umschliesst. Die vordre Hälfte der Kapsel hat an der innren Fläche ein aus einfacher Zellenlage zusammengesetztes Epithel. Der sogenannte *Liquor Morgagni*, oder die beim Anstechen der Linsenkapsel hervorquellende und einige aufgeblähte Epithelzellen enthaltende Flüssigkeit ist eine cadaveröse Erscheinung.

Die Linsensubstanz wird gebildet durch die Linsenfasern. Es sind das weiche, überaus blasse, faserartige Gebilde, platt und bedeutend lang, wovon je eine Faser einer einzigen nach zwei Seiten hin ausgewachsenen Zelle entspricht. Auf dem Querschnitt erscheinen sie sechseckig, die Ränder sind rauh, wie leicht gezähnelt, an der Peripherie der Linse haben sie einen grösseren Breitendurchmesser, als nach dem Linsenkern zu. Die Linsenfasern sind so angeordnet, dass sie, dicht an einander gelegt, zunächst einen blättrigen Bau der Linse erzeugen, der besonders an erhärteten Linsen hervortritt. Ausser dieser lamellenförmigen Schichtung muss auch der Verlauf der Linsen-

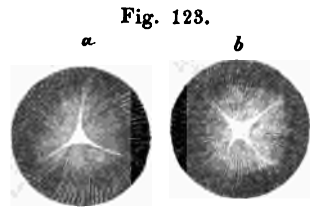
Fig. 122.



Senkrechter Schnitt durch den Linsenrand.
a vordere Wand der Linsenkapsel, b das Epithel derselben, c Linsenfasern.
(Starke Vergr.)

fasern beachtet werden. An der vordren und hintren Linsenfläche bemerkt man nämlich eine sternförmige Figur, die nicht aus Fasern besteht, sondern als eine homogene oder feinkörnige Substanz sich zeigt und durch die ganze Dicke der Linse, entsprechend den Linien des Sterns, septenartig sich hindurchzieht. Die Linsenfasern verlaufen nun im Allgemeinen wie Meridiane, da sie aber durch die Strahlen der Linsensterne unterbrochen werden, so gelangt keine um den vollen, halben Umfang der Linse, sondern sie hören an den Sternen mit verbreitertem Ende auf und stellen damit Curvensysteme, die *Vortices dentis* dar.

Fig. 123.



a Linse von vorne, b von hinten, um die Linsensterne zu veranschaulichen. (Geringe Vergr.)

Die Linse und ihre Kapsel sind beim Erwachsenen ganz gefässlos, ihre Ernährung geschieht durch Tränkung von Seite der umgebenden Flüssigkeiten.

§. 198.

Glaskörper.

Der Glaskörper, *Corpus vitreum*, ist was seine Struktur anbelangt, ein Glied der Bindegewebsformen. Noch beim Neugeborenen hat er ein zartes Fachwerk, das beim Fötus zum Theil der Träger von Blutgefässen ist; in den Maschenräumen liegt die Gallert- oder Schleimsubstanz. Das Fachwerk hat in den Hauptzügen eine gewisse regelmässige radiäre Anordnung in der Art, dass der Querschnitt dem einer Apfelsine sich vergleichen lässt. Später wird das Areolargewebe so zart, dass es kaum mehr unterschieden werden kann, nur die äusserste membranartige Begrenzung am Umfang des Glaskörpers bleibt als *Membrana hyaloidea* fortbestehen. Die Fortsetzung der letztren, welche sich bis zum Rand der Linse erstreckt, heisst *Zonula Zinnii* und weist etwas eigenthümliche Fasernetze auf; sie zeigen einen gewissen starren Habitus und werden von Essigsäure nicht in dem Maasse angegriffen, wie gewöhnliches Bindegewebe.

§. 199.

Accessorische Augentheile.

Mit dem Augapfel erscheinen einige accessorische Bildungen in Verbindung: die Augenlider, die *Conjunctiva* und die Thränenorgane.

Die Stützen der Augenlider, die sog. Tarsalknorpel, sind nicht knorpelig, sondern bestehen aus festem, geformten Bindegewebe. In ihnen liegen eingebettet längliche traubenförmige Talgdrüsen, (Meibom'sche Drüsen), deren weissliches Sekret die Augenbutter, *Sebum palpebrale*, liefert. Die Cilien haben noch ihre besondren Talgdrüsen.

Die Bindehaut, *Conjunctiva*, ist an den Lidern von der des Augapfels etwas verschieden. Dort hat sie die Charaktere einer gewöhnlichen Schleimhaut, d. h. eine bindegewebige, in Papillen sich erhebende Grundlage mit Schleimdrüschen, Gefässen und Nerven, darüber ein geschichtetes Plattenepithel. Schon an der *Conjunctiva scleroticae* fehlen Papillen und Drüsen; die Bindegewebslage ist noch stark und reich an elastischen Fasern, an der *Conjunctiva corneae* aber ist das Bindegewebstratum innig mit der Hornhaut verwachsen und nur das geschichtete, starke Epithel ist der einzige Repräsentant der *Conjunctiva* geblieben.

Die *Glandula lacrymalis* hat den Bau von traubigen, aggregirten Drüsen; die bindegewebigen Ausführungsgänge verästeln sich, winden sich und treiben blasige Ausbuchtungen, die *Acini* der Autoren. Das Innre ist ausgekleidet von rundlichen Sekretionszellen, die in den Ausführungsgängen eine cylindrische Gestalt annehmen.

Beim Embryo ist, wie zuerst *Joh. Müller* und *Henle* nachwiesen, die *Conjunctiva corneae* von einem reichlichen Gefässnetz durchzogen; kurz vor und nach der Geburt verkümmert es zu den wenigen oben beschriebenen, am Rande der Hornhaut befindlichen Gefässbogen, und wenn bei Entzündungen, oft plötzlich in der ganzen Hornhaut des Erwachsenen Blutgefässe auftreten, so geschieht das in Folge einer Gefässneubildung, worüber man die jüngst erschienene Schrift von *His*, Beitr. z. normalen u. pathologisch. Histologie der *Cornea*, 1856, nachzusehen hat, welche überhaupt die exakteste Darstellung der Hornhaut in geweblicher Beziehung enthält. Die muskulöse Natur des *Ligamentum ciliare* erkannte zuerst *Brücke* (1846), nachdem dieser Theil unter den verschiedensten Benennungen lange Zeit eine traurige Rolle in der Anatomie gespielt hatte. — Die Literatur über den Bau der Retina ist sehr reich an Widersprüchen. Abgesehen von anderen Differenzen sei nur erwähnt, dass schon früher einmal die Ansicht aufgestellt war (*Treviranus*), die Stäbchen seien die Nervenenden. Später verbreitete sich (durch *Hannover*, *Brücke*) die Auffassung, dass die Retina aus zwei wesentlich verschiedenen Theilen, dem Licht empfindenden Apparat (*Tunica nervea*, aus nervösen Theilen bestehend) und aus dem katoptrischen, dem *Stratum bacillosum*, zusammengesetzt sei. Wie aus dem oben Vorgetragenen hervorgeht, ist man zur alten Lehre zurückgekehrt, und ist dieselben durch die Arbeiten *Pacini's*, *H. Müller's*, *Kölliker's* u. A. präcisirt worden. Doch treten schon abermals Widersacher auf. In der Abhandlung *Blessig's*, de retinae textura (1855), unter der Beihülfe von *Bidder* und *Schmidt* geschrieben, wird erklärt, die Opticusfasern seien die einzigen nervösen Theile der Retina, alles übrige Bindegewebe, die Ganglienkugeln seien von einer feinkörnigen Substanz erfüllte Bindegewebsmaschen, die Radialfasern existirten nicht etc. Obschon mir nun einzelne Behauptungen der neueren Bearbeiter der Retina nicht ganz unbedenklich sind und eine Berichtigung erfahren dürften, so erweist sich doch auch Vieles als richtig, und auf keinen Fall scheint mir die obige Darstellung durch die Dorpater Schrift ganz vernichtet zu sein.

Die ersten Mittheilungen, welche ein helleres Licht über den histologischen Bau des Glaskörpers verbreiteten, gaben *Bowman* (1845) und *Virchow* (1852). — *Thomas* hat auf Linsenschliffen eigenthümliche Zeichnungen entdeckt, die jetzt von *Czermak* als der Ausdruck der Linsenfaserung erkannt worden sind.

Neunzehnter Abschnitt.

Vom Auge der Wirbelthiere.

§. 200.

Sclerotica.

Die Sclerotica, gleichsam das Skelet des Auges, wird immer aus den verschiedenen Spezies der Bindesubstanz gebildet; bei allen Säugethieren besteht sie lediglich aus festem Bindegewebe, dessen zellige Elemente (Bindegewebskörperchen) häufig Pigment enthalten (Rind, Schaaf, Pferd z. B.) Die überaus dicke Sclerotica der Cetaceen (*Balaena australis* z. B.) erscheint von einem grösseren Lückensystem durchbrochen, wie man an feinen Scheiben schon mit freiem Auge unterscheiden kann. Das Bindegewebe ist hier nicht die gewöhnliche Form, sondern jenes, welches das *Ligamentum ciliare* der Fische, deren *Iris* etc. bildet und sich durch eine gewisse Starrheit seiner feinfasrigen Elemente auszeichnet. Von Interesse ist, dass bei den Monotremen, deren Bau in so manichfacher Weise an den der Vögel anklingt, auch die Sclerotica sich wie bei letztren verhält. Schon aus der Arbeit *Meckels* über den *Ornithorhynchus* ist bekannt, dass hier die Sclerotica eine Knorpelplatte besitzt und bei *Echidna*, deren Auge ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, ist die dünne Sclerotica nach ihrem ganzen Umfang schöner Hyalinknorpel mit zartem bindegewebigen Ueberzug; die Knorpelzellen liegen äusserst dicht beisammen, nur im Umkreis der Hornhaut, wo sich die Sclerotica wulstartig verdickt, hat sie den Charakter einer fibrösen Haut angenommen. — Von Nerven konnte ich bis jetzt in der Sclerotica (des Kalbes) nichts wahrnehmen, doch will *Rahn* beim Kaninchen dergleichen gesehen haben.

Im Gegensatz zu den Säugern ist bei allen Vögeln des Hauptconstituens der Sclerotica ein Hyalinknorpel mit bindegewebigem, innerem und äusserem Ueberzug. Die Zellen des Knorpels sind rundlich und selbst in ganz frischem Zustande mit körnigem Inhalt. Der bindegewebige Theil der Sclerotica ossifizirt am vorderen Rande zu einem Kranze von Knochenschuppen (sog. vorderer Scleroticalring) und auch um den Eintritt des Sehnerven herum beobachtet man bei vielen Vögeln Ossifikationen der harten Haut (sog. hinterer Scleroticalring). Histologisch differiren die am vorderen und hinteren Abschnitt der Sclerotica vorkommenden Knochenbildungen dadurch, dass die Schuppen des Knochenringes, wenn sie dünn sind, keine Markkanäle enthalten, während der hintere Scleroticalring ohne Ausnahme von grösseren oder kleineren, auch netzförmig zusammenhängenden Markräumen, Fettzellen und Blutgefässe einschliessend, durchbrochen ist. Letzterer scheint zum Theil durch Verknöcherung des Knorpels

entstanden zu sein, der vordere Ring nimmt seinen Ursprung bloss aus der Verkalkung des Bindegewebes. (Bei einem jungen *Falco buteo* waren in den dicken Schuppen des vorderen Scleroticalringes mit Gefässen und Fettzellen erfüllte Hohlräume). — In der Klasse der Amphibien ist die Sclerotica häufiger hyalinknorpelig, die Knorpelzellen fasst ohne gekörnelten Inhalt und dicht stehend, so bei Fröschen, Kröten, Sauriern, Schildkröten; beim *Proteus* ist das hinterste Segment der Sclerotica hyalinknorpelig, die Zellen mit einigen Fettkügelchen neben dem Kern, vorne besteht sie aus Bindegewebe; bei *Menopoma alleghanensis,* wo fragliche Haut im Verhältniss zu dem kleinen Auge eine bedeutende Dicke hat, ist sie ebenfalls hyalinknorpelig und die grossen Zellen sind in verschieden hohem Grade pigmenthaltig. Seltner sehe ich die Sclerotica von bindegewebiger Natur (Salamander, Triton, Ringelnatter, *Coecilia annulata*). Am Vorderrand treten ebenfals bei Sauriern (*Lacerta, Anguis fragilis, Iguana, Monitor, Chamaeleo* etc.) und Schildkröten zu einem Ring verbundene Knochenplättchen auf, welche den Schlangen fehlen; die bei Vögeln in der Nähe des Sehnerveneintritts vorkommenden Ossifikationen finden sich hier nicht, sie mangeln wenigstens, wie ich bestimmt sehe, bei *Lacerta agilis, Anguis fragilis, Tropidonotus natrix.*

Die Grundlage der Sclerotica bei Fischen ist seltner gewöhnliches Bindegewebe, so z. B. bei *Petromyzon marinus*; allgemeiner wird sie durch einen Hyalinknorpel repräsentirt, dessen Zellen von sehr variabler Gestalt sind, (bei Knochenfischen oft manichfaltig eingebuchtet, beim Stör theilweise strahlenförmig mit beträchtlich langen Ausläufern u. dgl.); gegen die Peripherie des Knorpels strecken sie sich gerne in die Länge und verlaufen wie anderwärts dem Rande parallel. Ueberzogen wird der Knorpel von Bindegewebe, welches theils vorne ringförmig (Stör), theils mehr hinten zu einigen Scheiben (viele Teleostier), theils nach Cuvier bei *Xiphias gladius* zu einer zusammenhängenden Knochenkapsel ossifizirt. An dem von mir untersuchten Auge eines Schwerdtfisches waren die histologischen Verhältnisse wie bei vielen anderen Teleostiern, d. h. die Sclerotica zeigte sich grossentheils hyalinknorpelig mit sehr dicht gestellten Knorpelzellen, nach der *Cornea* hin war sie ossifizirt, das Knochengewebe sehr schwammig und die fetterfüllten Markräume verliefen hauptsächlich, die Hornhaut als Mittelpunkt genommen, radiär. Unter den ossifizirten Partien war übrigens kein Knorpel mehr vorhanden. Der bindegewebige Ueberzug der Sclerotica ist öfters (*Chimaera monstrosa* z. B., hier die Sclerotica im Verhältniss zu dem grossen Auge auffallend dünn) mit silberfarbenem Pigment überzogen.

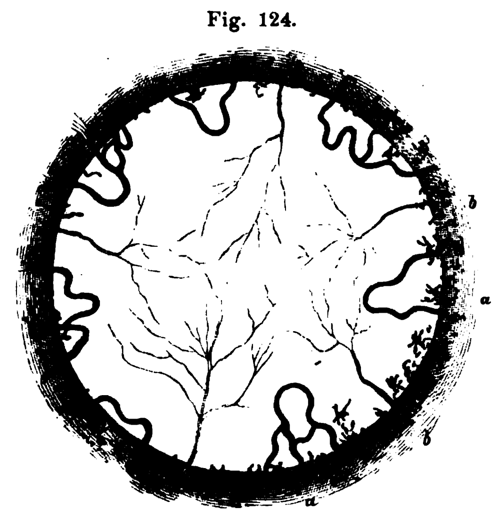
§. 201.

Hornhaut.

Die Hornhaut gewährt überall das Aussehen von heller Bindesubstanz, durchzogen von dem Kanalnetz der Bindegewebskörperchen. Letztere unter der Form länglicher, gezaktrandiger Hohlräume liegen in ver-

schiedenen, sich durchkreuzenden Schichten. Die vordere und hintere Fläche der Hornhaut geht in homogene Grenzlagen aus, die sich bei Säugern (Rind, Schaaf, Schwein, Kaninchen, Meerschweinchen) wie beim Menschen verhalten, doch fehlt nach *His* beim Pferd, der Ziege, bei Hunden und Katzen die vordere Lamelle. Bei den Vögeln, (Auerhahn z. B.) findet man die hintere, homogene Lamelle, Descemet'sche Haut, dünner als die vordere, homogene Lage; bei Säugethieren ist das Verhältniss gerade umgekehrt.

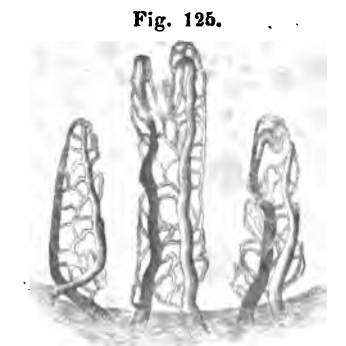
Fig. 124.



Hornhaut von Cobitis fossilis, um deren Gefässe a und Nerven b zu zeigen. (Geringe Vergr.)

Sehen wir uns nach den Gefässen der Hornhaut um, so sind bei den verschiedensten Säugern und Fischen die am Rande der *Cornea* befindlichen Gefässschlingen verhältnissmässig leicht zu finden; ihrem grösseren Theil nach ist jedoch die Substanz der Hornhaut gefässlos. Wie weit die Gefässe in die Hornhaut eindringen, ist variabel nach den verschiedenen Thieren. Während beim Kaninchen beinahe gar keine Capillaren auf die Hornhaut übertreten, dringen sie beim Schaaf bis zur Mitte der Hornhaut (*Coccius*). Bei den Fischen gehören die Blutgefässe nur dem bindegewebigen Ueberzug an (*Conjunctiva*), welcher als Fortsetzung der Lederhaut über das Auge weggeht. Die Gefässe sind bei Fischen entweder nur einfache oder verzweigte Schlingen (*Cobitis fossilis*, *Gobius fluviatilis*), oder es zeigen sich wahre Gefässbüschel, wie man es z. B. an *Orthagoriscus mola* sieht. Hier treten in die *Cornea*, und zwar ebenfalls in dem Conjunctivaüberzug, zahlreiche Gefässpyramiden herein, die aber unter sich keine Verbindung eingehen, sondern gleich den Gefässverzweigungen einer Darmzotte, mit denen sie grosse Aehnlichkeit haben, wieder für sich aus der Hornhaut herausziehen.

Fig. 125.



Gefässe vom Hornhautrand des Orthagoriscus mola. (Geringe Vergr.)

Die Nerven verlieren sich im Allgemeinen unter fortgesetzter Theilung der Primitivfasern fein und blass geworden, nach der Mitte der Hornhaut hin, wo sie netzartig zusammenzuhängen scheinen; man zählt z. B. an *Gobius fluviatilis* gegen zwölf Stämmchen, welche, vom Rand der Hornhaut hereingetreten, sich durch Austausch ihrer Fasern geflechtartig verbinden und dann ihre Fibrillen in den hellen Abschnitt senden. Diese setzen aufs neue weitmaschige Geflechte zusammen, aus denen äusserst blassgewordene Ausläufer hervorkommen, welche das Endnetz bilden. Aehnlich ist es auch bei Säugern, dem Kaninchen z. B.; doch trifft man auch Abänderungen, bei Rochen und Haien z. B. gehen die Nerven (und Gefässe) nicht über den pigmentirten Rand der Hornhaut hinaus und lassen sich keineswegs in den hellen Abschnitt verfolgen. Am sorgfältigsten ist *His* den Endzweigen der Nervenfasern nachgegangen, denn er machte die neue Beobachtung, dass in dem Endnetze derselben kleine dreieckige Anschwellungen, mit verschiedentlich gestaltetem Kern vorhanden seien, die er „als eine Art peripherischer Ganglienzellen“ ansprechen zu müssen glaubt. Die feinste Nervenverzweigung geschieht übrigens nach *His* in der unmittelbaren Nähe der Oberfläche der Hornhaut.

§. 202.

Gefässhaut.

Die Chorioidea zerfällt immer in die oben für den Menschen namhaft gemachten Schichten. Die Hauptmasse der Aderhaut wird aus Blutgefässen gebildet, und deren bindegewebigem, pigmentirten Stroma, an welchem immer wieder kehrt, dass die faserähnlichen Züge desselben sich durch einen eigenthümlichen steifen Habitus auszeichnen. Die Pigmentirung ist bei verschiedenen Thieren nicht gleich stark, und wie v. *Wittich* angiebt, fehlt sogar beim Canarienvogel das Pigment im Chorioidealstratum ganz. Nach innen zu setzt sich die Bindesubstanz der *Chorioidea* in eine homogene Haut um, welche das äusserst dichte Capillarnetz trägt (*Membrana chorio-capillaris*).

Von dieser Haut bedeckt findet sich im Auge vieler Säugethiere (nach *Schröder van der Kolk* und *Vrolik* auch beim Strauss),

dann bei Fischen: Rochen, Haie, Chimären, Stör, eine glänzende, das Licht zurückwerfende Stelle, ein sog. Tapetum, bei Säugern mit gold- oder silberfarbigem, ins blaue und grüne streifendem Schiller, bei Fischen mit grüngoldenem Metallglanz. Es besteht entweder, wie solches bei Wiederkäuern, Einhufern, Elephanten, Beutelthieren, Wallfischen und Delphinen der Fall ist, aus ganz gewöhnlichem Bindegewebe

Fig. 126.



Stück Tapetum von einem Haifisch. (Starke Vergr.)

(*Tapetum fibrosum* der Autoren), oder es erscheint aus zelligen Gebilden zusammengesetzt, die bei Säugethieren (Fleischfresser und Flossenfüsser) einen feinkörnig molekulären Inhalt haben, oder wie bei den genannten Fischen krystallinische, irisirende Plättchen einschliessen. Sie werden von *delle Chiaje* Ophtalmolithen genannt. Sie sind ferner nicht gleich gross bei allen Selachiern; bei einem Embryo von *Torpedo* (mit noch innerem Dottersack), ebenso bei einem ausgewachsenen *Scymnuslichia* waren sie viel kürzer und feiner als z. B. bei *Raja* und *Sphyrna.* Die Membran der Zellen des Tapetum's ist gewöhnlich äusserst zart, kaum darstellbar, was sowohl für das zellige Tapetum der Säuger als auch der Fische seine Gültigkeit hat. Beim Dachs z. B. kann ich keine membranartige Begrenzung um die körnig-gelben, einen Kern einschliesenden, Zellen wahrnehmen, ebenso erging es mir bei manchen Plagiostomen; hingegen war in anderen Fällen, z. B. am Störauge, eine membranartige Contur zu erblicken.

Die Zellen der innersten epithelartigen Lage der Aderhaut, der sog. Lamina pigmenti, sind mit Pigment, dem auch häufig (z. B. bei Batrachiern) ein oder mehrere Fetttropfen beigemischt sind, erfüllt, doch bei leukotischen Säugethieren und Vögeln, sowie da, wo das Tapetum sich ausbreitet, mangelt das dunkle Pigment, die Zellen haben alsdann einen blasskörnigen Inhalt mit mehreren Fettkügelchen (Rochen, Stör). Die Pigmentzellen sind bei Vögeln und beschuppten Amphibien kurze Cylinder, die durch das Präpariren leicht ihre wahre Gestalt einbüssen, kegelförmig werden, sich dachziegelartig decken u. s. w., welche Formen irrthümlich als eigenthümliche Gestaltungen dieser Zellen durch *Bruch* und *v. Wittich* beschrieben wurden, was in beiden Fällen von *Reichert* corrigirt wurde (Jahrsb. 1844 und 1853).

Die Processus ciliares der *Chorioidea* sind in ihrem feineren Verhalten nicht bei allen Wirbelthieren gleich. Bei den Säugethieren bestehen sie hauptsächlich aus Gefässconvoluten und der die Gefässe

tragenden Bindesubstanz, welch letztere an der Basis der Fortsätze den bezeichneten Charakter des Chorioidealstroma's hat, nach dem Ende der Fortsätze zu aber mehr homogen sich ausnimmt; die äussere Fläche der Ciliarfortsätze decken die Zellen der *Lamina pigmenti*, welche sich auf die *Processus* fortsetzen. — Das *Corpus ciliare* der Vögel zeichnet sich durch einen ungemeinen Reichthum an elastischen Fasern aus, die dicht durch einander geflochten sind, woher es kommt, dass nach Wegspülung des Pigmentes die *Processus ciliares* durch lebhaft weisse Farbe von der grauen *Iris* abstechen. Die starken elastischen Fasern laufen nach der Peripherie der *Processus* sehr fein aus. — Die Ciliarfortsätze der Selachier erweisen sich in einfacherer Art als unmittelbare Fortsetzungen der *Membrana chorio-capillaris* und des Pigmentepithels. Da das Epithel bei *Sphyrna* wenig pigmenthaltig ist, so erscheint der Ciliarkörper ziemlich hell, und die hellen oder wenig pigmentirten Partien sind ohne Blutgefässe. Bei *Scymnus lichia* sah ich die homogene, häutige Grundlage der *Processus* noch eine ziemliche Strecke weit über das Epithel hinaus Falten bilden, bis sie mit der Linsenkapsel verschmolz. — Bei manchen Teleostiern, (z. B. *Umbrina cirrhosa*) liegt unter der Sclerotica zwischen ihr und der Chorioidealdrüse eine dicke, weisse Fettlage.

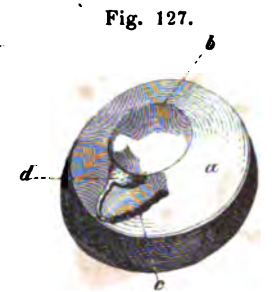
§. 203.

Pecten.

Jene eigenthümlichen Fortsätze, welche die *Chorioidea* bei Vögeln und beschuppten Amphibien ins Innere des Glaskörpers schickt und unter dem Namen Fächer, *Pecten* bekannt sind, haben den Bau der *Processus ciliares*, bei der Eidechse wenigstens (s. Fische und Reptilien S. 95.) besteht der keilförmige Kamm des Auges aus vielfach durcheinander geschlungenen Blutcapillaren, die von einer im Stiel des Kammes befindlichen Arterie ausgehen und sich in eine ebenda verlaufende Vene sammeln. Die Gefässe sind zusammengehalten von einer zarten Bindesubstanz und diese ist mit schwarzem Pigment überdeckt. — Der gemeinhin für das Analogon des Kammes geltende *Processus falciformis* im Fischauge ist von ganz anderer Beschaffenheit. Er erscheint dem freien Auge als eine pigmentreiche Falte, welche durch den Glaskörper zur Linse tritt und vermittelst eines Knötchens an den Rand der Linse sich befestigt. Nach Untersuchungen an *Orthagoriscus mola*, *Umbrina cirrhosa*, *Dentex vulgaris*, *Labrax lupus*, *Peristedion cataphracta* (s. Rochen und Haie S. 26) charakterisirt sich dieses Organ vom histologischen Standpunkt folgendermaassen. Die homogene, bindegewebige Membran, welche in der *Chorioidea* die Gefässausbreitung trägt, setzt sich durch eine Spalte der Retina scheidenartig bis zum Rande der Linsenkapsel fort und mag wohl mit ihr verschmelzen. Ihr Lauf von der Retina zur Linse ist nicht geraden Weges mitten durch den Glaskörper, sondern sie liegt der Retina concentrisch an, und erst vorne biegt sie, wie ein Ciliarkörper, quer herüber zur Augenachse, um sich mit der Linsenkapsel

Processus falciformis.

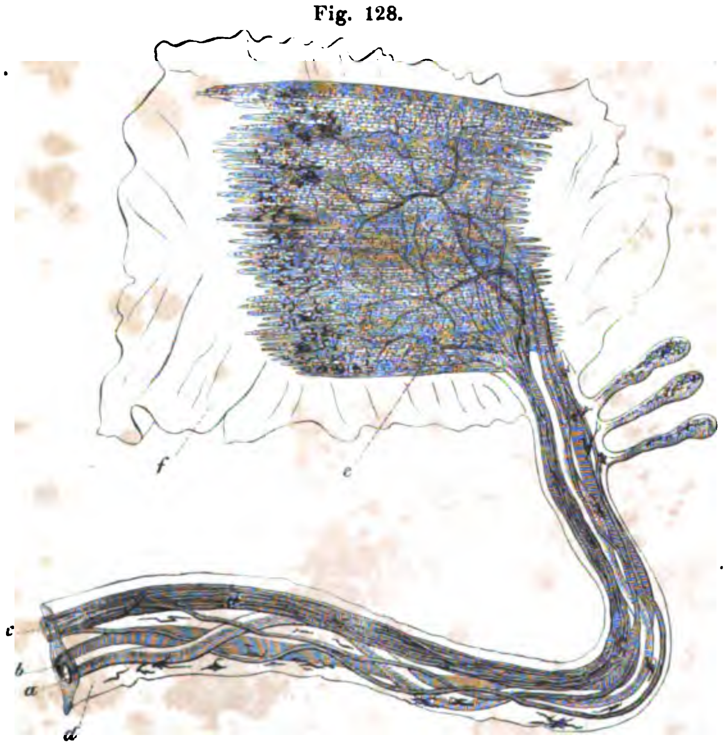
Fig. 127.



Das Auge von Labrax lupus in natürl. Grösse, die vordere Hälfte ist abgetragen. a Retina, b Linse, c Processus falciformis, d Campanula.

fest zu vereinigen. Sie schliesst in sich ein Nervenstämmchen mit breiten, doppeltconturirten Fibrillen, dann Blutgefässe und hat mehr oder weniger Pigment. Diese Theile zusammengenommen repräsentiren den *Processus falciformis.* Das Ende desselben oder seine Anheftung an die Linsenkapsel ist verdickt, was von einer Fasermasse herrührt, welche die Linsenkapsel eine Strecke weit umspannt und

Fig. 128.



Processus falciformis und Campanula mässig vergrössert von Orthagoriscus mola.
a Arterie, b Vene, c Nerv, d Scheide des Processus, e muskulöse Campanula, f Stück der Linsenkapsel.

die nach dem mikroskopischen Verhalten für glatte Muskulatur erklärt werden mus. In ihr verliert sich das Nervenstämmchen unter zahlreicher Verästelung seiner Fibrillen. Diese Anschwellung bildet die sog. *Campanula Halleri*, die dem Gesagten zufolge nichts anderes ist, als ein glatter Muskel.

§. 204.

Muskeln in der Chorioidea.

In der *Chorioidea* verschiedener Wirbelthiere sind contraktile Elemente nachgewiesen worden, bei Säugethieren ist das früherhin *Ligamentum ciliare* geheissene Gebilde als Spannmuskel der *Chorioidea* erkannt worden, (*Corti* konnte jedoch beim Elephanten hier keine Muskeln finden).

Die glatten Fasern des *Tensor chorioideae* entspringen von dem vorderen Theil der Sclerotica und heften sich rückwärts laufend an die *Chorioidea.* Ein besonderes Interesse nimmt das Auge der Vögel bezüglich seiner inneren Muskulatur in Anspruch. Es hat nicht nur den *Tensor chorioideae*, sondern auch die ganze hintere Hälfte der Aderhaut, welche, nach dem *Opticus* zu, sehr viel derber und fester als bei Säugethieren ist, und sich dann in dem vorderen Drittheil ihrer Ausbreitung verdünnt, besitzt, wie *v. Wittich* entdeckt hat (Ztsch. f. wiss. Z. B. IV.), ein ziemlich weitläufiges Maschennetz von vielfach sich kreuzenden Muskelbündeln, die, meist von isolirten Knotenpunkten ausgehend, sich allseitig verbreiten. Dieser Muskelanordnung entspricht auch nach demselben Autor ein ungemein verzweigtes Netz vielfach sich ramifizirender und anastomosirender Nerven; meist in grösseren oder kleinren Stämmchen treten die aus doppeltconturirten Nervenröhren bestehenden Nerven in das Gewebe der *Chorioidea*, und umspinnen die grösseren Gefässe derselben. Ausser diesen und den gleich zu beschreibenden Irismuskeln hat das Auge der Vögel noch den sog. Crampton'schen Muskel, der von der inneren Fläche des Knochen rings entspringt und sich an die *Cornea* anheftet. Die beschuppten Reptilien haben den *Tensor chorioideae*, wie *Brücke* wenigstens von den Schildkröten, den Eidechsen, mit Einschluss der Gekonen und Chamäleonen, sowie den Krokodillen gezeigt hat. Bei den nakten Amphibien konnte ich mich von der Anwesenheit eines Spannmuskels der Aderhaut noch nicht vergewissern, und was die Fische anlangt, so ist bei den Selachiern das grauweisse *Ligamentum ciliare* keinesfalls muskulös, sondern besteht aus den eigenthümlich starren Bindegewebszügen der übrigen *Chorioidea.* Nimmt man Rücksicht auf die Natur der Muskeln im Auge der Wirbelthiere, so machen wir die Erfahrung, dass bei den Säugern die Muskeln ohne Ausnahme glatt, bei den Vögeln und beschuppten Reptilien andrerseits durchweg quergestreift sind.

§. 205.

Regenbogenhaut.

Die Iris, eine unmittelbare Fortsetzung der *Chorioidea*, hat als solche zum Grundgewebe Bindesubstanz, dessen Fasern bei Rochen

und Haien dasselbe eigenthümlich steife Aussehen darbieten, wie das Stroma der *Chorioidea.* Die Gefässe und Nerven sind sehr zahlreich und bezüglich der Blutgefässe ist mir bei mehren Haien aufgefallen, dass dieselben ganz besonders weit waren. In das Gewebe der *Iris* sind sehr allgemein zur Verengerung und Erweiterung der Pupille Muskelfasern eingeflochten, die bei Vögeln und beschuppten Amphibien quergestreift, bei Säugern und Fischen glatt sind. (Nach den neuesten Mittheilungen *v. Wittich's* würden bei den Vögeln die radial die *Iris* durchziehenden Muskelbündel, also der *Dilatator pupillae* entschieden fehlen, während am Säugethierauge die Existenz desselben ausser allem Zweifel ist; übrigens konnte *Mayer* bei Cetaceen nur circuläre Muskelfasern finden). Ich habe zwar früher an Haien vergeblich nach Muskeln in der *Iris* gesucht, möchte indessen die Existenz derselben doch annehmen, da ich an einem lebenden *Scyllium canicula* beobachtete, wie er seine querovale Pupille so verschloss, dass sie nur an beiden Enden punktförmig offen blieb. Auch glaube ich neuerdings in der *Iris* von *Salmo fario* glatte Muskeln erkannt zu haben; sie sind zart, feinkörnig, der Kern rundlich-oval und die Muskeln erinnerten im ganzen Habitus sehr an die Elemente des *Tensor chorioideae* des Menschen.

Manchfaltig sind die Färbungen der *Iris*: die gelben Pigmentirungen bei den verschiedensten Wirbelthieren rühren her von eigenthümlichen Molecularkörnchen, die bei auffallendem Licht weissgelb und glänzend, bei durchgehendem schwarz sind und sich auch am menschlichen Auge bei gelbbräunlicher Irisfarbe finden. Bei den Vögeln mit gelber *Iris* kommen zugleich mit diesen Pigmentkörnern noch gelbe Fetttropfen von wechselnder Grösse vor, sie veranlassendie röthliche Nuancirung, wie mich die Untersuchung des Auges vom Reiher belehrt. Bei *Strix Bubo* ist nach *Wagner* „die hochgelbe Farbe der *Iris* durch kleine, dichtgedrängte, in eine Menge Zellen getheilte, rundliche Bälge bedingt, indem diese in ihren Zellen ein gelbes Fett einschliessen“. Nach Untersuchung der *Strix passerina* habe ich beizusetzen, dass die „Bälge“ *Wagners* durch den Verlauf der Blutgefässe entstehen, indem die Fettzellenmasse dadurch, wie man gut bei geringer Vergrösserung und Beleuchtung von oben sieht, in grössere und kleinere Abtheilungen geschieden wird. Weniger vermag ich die Angabe des genannten Forschers zu bestätigen, wenn er sagt: „bei den Eulen laufen die Gefässe frei zur *Iris*“ und letztere sei über eine Linie von dem freien Rand der *Chorioidea* entfernt. Ich finde nach Wegnahme der *Uvea* zwischen dem zackig auslaufenden Rand der gelben Irisschicht und der *Chorioidea* ein helles, die Gefässe tragendes, und elastische Fasern enthaltendes Bindegewebe. Der Metallglanz bei Fischen und Reptilien hängt ab von krystallinischen, hier sehr kleinen Plättchen; Braun und Schwarz wird durch das ordinäre, körnige Pigment erzeugt.

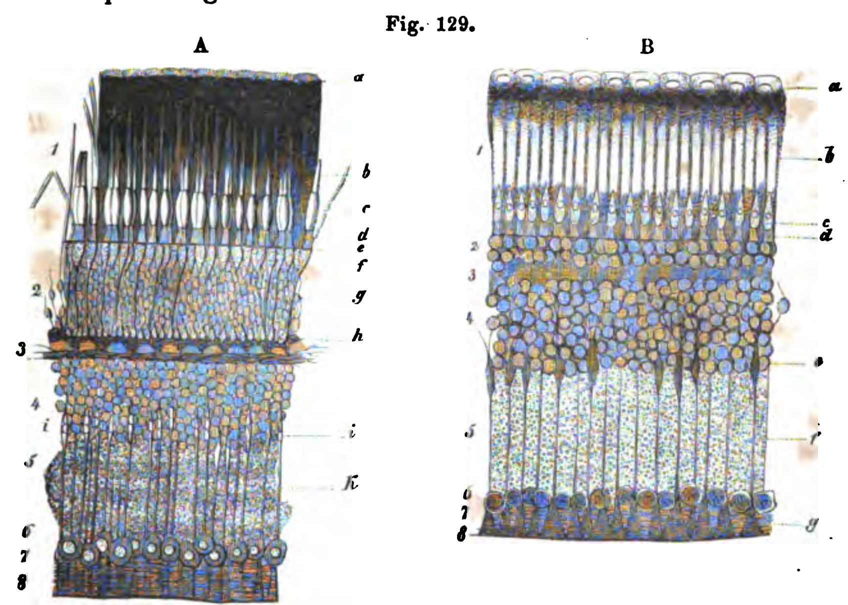
§. 206.

Netzhaut. Die **Retina** der Wirbelthiere ist im Wesentlichen nach dem Typus der Nervenhaut vom menschlichen Auge construirt, auch sie hat den Bau eines flächenhaft ausgebreiteten Ganglions. Man unterscheidet sehr allgemein die Stäbchenschicht, die Körnerschichten (aus kleinen Zellen und feinfasrigen Elementen bestehend), die Ganglienzellenschicht und die Lagen der Sehnervenfasern, welche gewöhnlich mehr blasser Natur, beim Hasengeschlecht aber deutlich dunkelrandig sind. Am blöden Auge des im dunkeln lebenden **Maulwurfes**, sowie des unterirdischen **Proteus** konnte ich früher und auch jetzt nicht im frischen Zustande eine Stäbchenschicht auffinden, sie bestand blos aus Kernen und Molekularmasse; allein an einem Kopfe des erstren, den ich vom lebenden Thier abgeschnitten, in doppelt chromsaurem Kali conservirt hatte, gewahre ich im Auge ein *Stratum bacillosum*, dessen Elemente zwar von äusserster Feinheit, aber doch deutlich sind. Sie entsprechen mehr den Coni, indem sie an ihrem inneren Ende mit einer zellenähnlichen Anschwellung versehen sind. — Die **Stäbchen** der niederen Wirbelthiere sind in der Regel grösser (eine Ausnahme macht z. B. *Orthagoriscus*, wo sie fein bleiben) als die der höheren, die umfänglichsten kommen dem Landsalamander zu, und zeigen dann auch mehr oder minder deutlich eine Zusammensetzung aus Hülle und Inhalt, selbst noch an den Stäbchen des Auerhahns liess sich sehen, wie eine zarte Hülle vom körnig gewordenen Inhalt sich ringsherum abhob. Die Elemente der Stäbchenschicht sind nach ihrer Form entweder von zweierlei Art, Stäbchen und Zapfen, welches das gewöhnlichere ist, oder in seltneren Fällen besteht die Stäbchenschicht nur aus dem einen oder anderen Gebilde, Rochen und Haie z. B. vielleicht auch der Stör, haben nur Stäbchen, *Anguis fragilis*, *Petromyzon* bloss Zapfen. Bei Fischen kommt eine Verbindung der Zapfen zu Zwillingen vor. Die **Vögel**, **Amphibien**, (*Pelobates* nicht) viele **Fische** (Plagiostomen nicht) haben an den inneren Enden der Elemente der Stäbchenschicht farbige und farblose Fetttropfen; so sieht man bei Vögeln und Schildkröten farblose, dann gelb- und rothgefärbte, intensiv gelbe bei der Eidechse, farblose bei der Blindschleiche, bei der Unke (*Bombinator igneus*) zwar spärliche, aber grosse, stark gelbgefärbte Tropfen u. s. w. In anderer Art erscheint das zugespitzte Ende der Coni bei der Eidechse gelblich gefärbt, indem die mikroskopische Beschaffenheit des Pigmentes zwischen flüssigem und gekörntem Pigment in der Mitte steht. Die Zellen der *Lamina pigmenti* der *Chorioidea* senden bei vielen Fischen, Vögeln und Reptilien pigmentirte Verlängerungen, sog. Pigmentscheiden, zwischen die Elemente der Stäbchenschicht vor.

Die Stäbchen der Amphibien (*Rana*, *Pelobates* z. B.) haben, wenn sie in grösserer Anzahl beisammen liegen, einen **rosenrothen**, bei manchen Fischen (z. B. *Cobitis fossilis*) einen **gelblichen**

Schimmer. Die frische Retina des Frosches z. B. zeigt schon dem freien Auge einen lebhaft rothen Atlasschiller. Die fadigen Ausläufer der Stäbchen verbinden sich in ähnlicher Art mit den Ganglienzellen und diese wieder mit den Opticusfasern, wie oben vom Menschen erwähnt wurde. Die nervösen Theile, d. h. die Nervenfasern und Ganglienkugeln, in bestimmte Schichten geordnet, werden gestützt durch Bindesubstanz, deren stärkere Züge als Radialfasern bekannt sind; durch Vereinigung der Enden der letzteren wird die *Membrana limitans* oder die Grenzschicht der Retina gegen den Glaskörper hin gebildet.

Fig. 129.



A Senkrechter Schnitt aus der Retina des Barsches: a Pigmentzellen der Chorioidea, ihre Fortsätze verdecken die Stäbchen fast gänzlich, b Zapfenspitze, c Zapfenkörper, d Fortsatz, durch welchen derselbe über e, der Grenzlinien der Stäbchen- und Körnerschicht, mit f, dem Zapfenkorn, in Verbindung steht, g Stäbchenkorn, h Anschwellungen an den Fäden der Zapfenkörner, i Anschwellungen der Radialfasern k.

B Senkrechter Schnitt aus der Retina des Frosches: a Pigmentzellen mit ihren Kernen, b Stäbchen, c Zapfen, d Grenzlinie der Stäbchen- und Körnerschicht, Anschwellung der Radialfasern f, deren konisches Ende g an die Limitans stösst. — Die Zahlen 1 — 8 bezeichnen dieselben Schichten, wie Fig. 121 von der menschlichen Retina angegeben wurde. (Nach *H. Müller.*)

§. 207.

Linse.

Was die brechenden Medien betrifft, so besteht die bei Wasserthieren oft sehr feste, sonst nur festweiche Krystalllinse immer aus Kapsel und Linsensubstanz. Die Kapsel zeigt (beim Rind z. B.) eine deutliche, mit der Fläche parallel verlaufende, feine Streifung, wie die Descemet'sche Haut, welche Zeichnung auf eine Schichtung

aus homogenen Lamellen bezogen werden kann. An der Innenfläche der homogenen, glashellen Kapsel findet sich wohl bei allen Wirbelthieren eine Art von hellem Epithel (mir bekannt von Säugern, Selachiern, Salamander und Frosch), dessen Zellen ebenso gut als Bildungszellen der Linsenfasern bezeichnet werden können, und es ist von Interesse, dass in dem winzigen Auge des Maulwurfes die Linsensubstanz nur aus Zellen besteht (*Leydig* in Müll. Arch. 1854, S. 346); die Zellen sind im frischen Zustande äusserst pellucid, von derselben Natur, wie die Epithelzellen an der Innenfläche der Linsenkapsel anderer Wirbelthiere. Im frischen Zustande markirt sich kaum etwas von einem Kern; setzt man indessen Essigsäure zu, so gewinnen nicht nur die Conturen an Schärfe, es kommt jetzt auch in jeder Zelle ein deutlicher Kern zum Vorschein. Die Zellen erinnern dann sehr an junge Epidermiszellen, sowie überhaupt die ganze geschilderte Textur auf das Verharren der Linse im embryonalen Zustande hinweist. An Augen, welche einige Zeit in doppelt chromsaurem Kali aufbewahrt lagen, liess sich über die Gestalt der Linsenzellen noch manches Detail beobachten. Es zeigt sich hier nämlich, dass doch viele Zellen im Auswachsen begriffen waren, aber was auffallend ist und an die Zellenformen in den unteren Lagen mancher Oberhäute gemahnt, die Zellen schickten nicht bloss einen Fortsatz aus, sondern häufig mehre, so dass die mannichfaltigsten Gestalten zu Wege kamen. Die Zellen wuchsen so aus, wie wenn sich immer die eine nach den Conturen der anderen zu richten hätte, wovon beistehende Figur zur Veranschaulichung dienen kann. Die faserartig ausgezogenen Zellen

Fig. 130.



Aus der Linse des Maulwurfes.

hatten nur glatte Ränder und die ganze Linse fiel auch nach dem Einreissen der Linsenkapsel vollständig in ihre Elemente auseinander. Sehr wahrscheinlich steht die Linse in den blöden Augen anderer

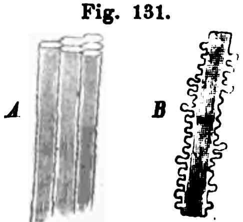
Thiere auf einer entsprechenden niedrigen Stufe des Baues. So beschreibt *Wyman* aus dem vordersten Theil des Augapfels vom blinden Fische der Mammuthhöhle (*Amblyopsis spelaeus*) „einen linsenförmigen, durchsichtigen Körper, der aus einer äusseren Membran mit zahlreichen, gekernten Zellen bestand", was doch ganz mit der Linse des Maulwurfauges übereinstimmt, und wenn weiter beigefügt wird, dass der linsenförmige Körper durch eine vordere Verlängerung an der äusseren Membran des Augapfels befestigt zu sein schien, so passt das recht gut zu dem Stehenbleiben der Linse auf einer früheren Stufe der Entwicklung, da bekanntlich dieser Körper durch Abschnürung von der Hornschicht gebildet wird. Vielleicht verhält sich auch die Linse von *Myxine* auf ähnliche Weise. Doch ist meines Wissens das Auge dieser Thiere im frischen Zustande noch nicht untersucht worden; was *Joh. Müller* an Weingeistexemplaren darüber beobachtet hat, siehe Anat. d. Myx. 1837. — Im Auge des Proteus vermisste ich die Linse; nur bei einem Individuum konnte in der Augenflüssigkeit ein Körper unterschieden werden, der wie eine runde, helle, vollkommen homogene und dabei feste Eiweissmasse sich ausnahm. Will man ihn als Linse ansprechen, so wäre er seiner Strukturlosigkeit nach nur der Linse mancher niederer Thiere, z. B. jener der Schnecken, zu vergleichen.*)

Bei allen Wirbelthieren mit gehörig entwickelten Augen erscheint die Linsensubstanz aus Fasern zusammengesetzt, wovon jede einer einzigen ausgewachsenen Zelle entspricht, deren Kern in den äusseren Schichten ziemlich allgemein bei Säugern, Vögeln (Auerhahn z. B.), Amphibien (z. B. Frosch) persistent bleiben kann. In der Linse des Landsalamanders wechseln in höchst eigenthümlicher Art durch die ganze Rindenschicht der Linse die Fasern mit schönen Zellenreihen ab (Fische und Rept. S. 98). Die Linsenfasern, namentlich niederer Wirbelthiere, sind, mit denen des Menschen verglichen, dadurch ausgezeichnet, dass ihre Ränder sehr stark sägezähnig werden, am meisten bei den Fischen, welche Erscheinung gegen den Kern der Linse zunimmt, während andererseits die Breite der Fasern in dieser Richtung geringer wird. Gegen den Kern der Linse hin gewinnt die Substanz

---

*) Obschon die *Coecilia annulata* angeblich „mehre Fuss tief unter Morasterde lebt", so hat doch der sehr kleine Augenbulbus, welcher unter einer an dieser Stelle durchsichtigen Fortsetzung der Haut liegt, alle wesentlichen Theile des Auges. Ich unterscheide an einem gut erhaltenen Exemplar eine bindegewebige Sclerotica, darunter die pigmentirte *Chorioidea*, dann eine Retina, an welcher man noch deutlich ein *Stratum bacillosum* erkennen konnte, und zwar bestand letzteres aus schlanken Stäbchen (viel dünner und kleiner als die der Batrachier) und Zapfen, welche nach einer Seite konisch verlängerten Zellen ähnlich waren. Nur die kuglige Linse hatte einen embryonalen Charakter, indem sie anstatt ausgebildeter Fasern aus rundlichen Zellen und rohrartig ausgewachsenen Zellen zusammengesetzt war.

Fig. 131.



A Linsenfasern nach der Länge und im Querschnitt von höheren Wirbelthieren, B Stück einer Linsenfaser von einem Fisch. (Starke Vergr.)

der Linsenfasern, namentlich bei Fischen, eine solche Festigkeit, dass an der frisch aus dem Auge genommenen Linse, z. B. eines Karpfen, leicht ein Kern ausgeschält werden kann, der nur mit Mühe sich schneiden lässt und bei dem Versuche, dies auszuführen, wird die bisher pellucid gewesene Kernsubstanz plötzlich auf Strecken weit intensiv weiss, was davon herrührt, dass durch den Druck des schneidenden Instrumentes die Linsenfasern auseinander weichen und die dadurch entstandenen Lücken sogleich mit Luft sich füllen. Die Figuren an den Linsenpolen, wodurch die Fasern in ihrem Lauf unterbrochen werden, wechseln in ihrer Gestalt, bald stellen sie nur eine einfache Linie oder Fleck dar, bald einen Stern mit verschiedenen Zacken. Bei *Torpedo Galvanii* z. B. ist die vordere Figur linienförmig mit welligen Rändern, die hintere hat sich zu einem ovalen Fleck

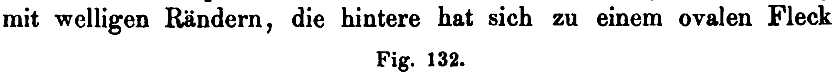
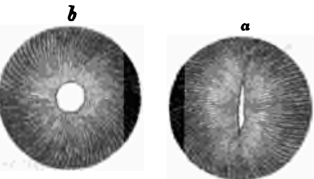


Fig. 132.



Linse von Torpedo Galvanii: a von vorn, b von hinten. (Geringe Vergr.)

ausgebreitet. Auch beim Frosch, manchen Nagern, dem Delphin findet sich vorn und hinten eine gerade Linie, sonst haben die meisten Säuger Sterne an den Polen. Nach *Brewster* besitzen die Katzen, Schweine, Wiederkäuer und viele andere Säuger dreihörnige Figuren vorn und hinten, deren Strahlen aber nicht correspondiren; zwei Kreuze, die sich nicht decken, finden sich beim Wallfisch, Seehund, Bären, Elephanten. Bei den Schildkröten und einigen Fischen kommen auch unsymmetrische Figuren vor. Ueberall bestehen dergleichen Figuren an den Linsenpolen und ihre Fortsetzungen in's Innere der Linse aus homogener oder feinkörniger Substanz.

§. 208.

Corpus vitreum.

Der Glaskörper der Wirbelthiere gehört, insoweit darüber Untersuchungen vorliegen, zum gallertigen Bindegewebe, dessen zellige, durch Ausläufer anastomosirende Gebilde (die auch noch

neuerdings *M. Schultze* „recht häufig“ im Glaskörper junger Thiere sah), im ausgebildeten Thiere geschwunden sind, so dass er eigentlich nur aus der stehengebliebenen wasserklaren und etwas dicklichen Intercellularsubstanz besteht. Die *Membrana hyaloidea* zeichnet sich bei Reptilien, namentlich den Batrachiern und Schlangen, durch ein reiches Gefässnetz aus, wie *Hyrtl* zuerst gezeigt hat. Auch *H. Müller* macht neuerdings vom Frosch und Barsch auf dieses, in einer strukturlosen Haut gelegene Gefässnetz aufmerksam; ebenso hat sich *v. Wittich* überzeugt, dass die *Membrana hyaloidea* des erwachsenen Frosches mit Gefässen durchzogen ist.

§. 209.

Augenlider.

Der Tarsus des oberen und unteren Lids bei Säugethieren und Vögeln wird nicht von Knorpel, sondern immer von festem Bindegewebe geformt; man glaubt zwar mitunter bei Besichtigung mit freiem Auge einen wirklichen Knorpel vor sich zu haben, wie z. B. an der Innenfläche des unteren Augenlides der Raubvögel, wo sich ein schöner, scheibenförmiger Tarsus zeigt; aber mikroskopisch findet man (bei *Strix flammea* z. B.) bloss festes Bindegewebe, dessen verästelte Körperchen zum Theil noch ihre Kerne deutlich haben; ganz ähnlich verhält es sich mit der rundlichen Knorpelscheibe, welche im unteren Augenlid verschiedener Saurier, z. B. bei *Varanus*, *Uromastix*, *Iguana*, sich findet: es besteht dieser Knorpel aus einer homogen-granulären Grundsubstanz, in der verästelte, helle, blassrandige Zellen liegen; es ist mithin derselbe Knorpel wie der, welcher die Rahmen in der Schnecke der Vögel bildet. Er ist auch von einem verhältnissmässig engmaschigen Blutgefässnetz durchzogen, wie man bequem sieht, wenn man den ganzen, gereinigten und mit Kalilauge behandelten Knorpel unter geringer Vergrösserung betrachtet. Um so auffallender ist es daher, dass bei Säugern (mir durch Autopsie von unseren Haussäugethieren bekannt, nach *Harrison* auch beim Elephanten) das dritte Lid, die Blinzhaut, eine aus echtem Knorpel bestehende Platte besitzt. Die Knorpelzellen sind dicht aneinder gerückt und von hellem Inhalt bei jungen Katzen; mit Fett erfüllt bei der Ratte, dem Kaninchen. Man liest, dass das dritte Lid der Säuger (beim Seehund, Hund, Hyäne) Muskelfasern enthalte, was ich nicht bei der Katze finden kann, wohl aber bemerke ich beim Dachs, der Katze u. a. einige dunkelrandige Nerven und Gefässbogen in ihm, sowie bei der Katze an der Basis des Lides traubige Schleimdrüsen. Das dritte Augenlid der Vögel (wie ich z. B. am Sperling, dem Steinkauz sehe) besteht fast mehr aus elastischen Fasern, als aus Bindegewebe; auch in ihm verbreitet sich ausser den Blutgefässen noch ein Nervenstämmchen. Der schwarze Epithelstreifen am Vorderrand hat sein Pigment zumeist in den Epithelzellen. Auf der Schleimhaut des unteren Augenlides beim Ochsen beobachtete *Bruch* eine Bildung, welche mit den Peyer'schen (Lymph-) Drüsen im Dünndarm die grösste Aehnlichkeit hat, Bälge mit dick-

lichem Inhalt, der eine Menge zellenartiger Körper enthält. — Die Meibom'schen Drüsen, welche nur den Säugethieren zuzugehören scheinen, stellen entwickelte Talgdrüsen vor. Sie kommen ausschliesslich oberen im und unteren Lide vor, nicht an der Nickhaut. Sie fehlen wohl nur jenen Säugern, deren Haut ganz kahl und ohne Drüsenbildung ist, also den Cetaceen. Bei allen von mir bisher untersuchten Vögeln mangelten Meibom'sche Drüsen, was ganz begreiflich schien, da ja auch, die Bürzeldrüse abgerechnet, in der übrigen Haut die Talgdrüsen fehlen. Jedoch spricht schon *G. Carus* von „ausserordentlich kleinen Meibom'schen Drüsen“ der Vögel, und jüngst sah ich sowohl am oberen wie unteren Augenlidrand von *Strix passerina Bechst.* Bildungen, welche solche Drüsen vorstellen könnten. Nachdem nämlich der Tarsus durch Kalilauge vom Epithel und der äusseren Haut gereinigt war, erschien am freien Rand des hell gewordenen Lides für das freie Auge ein weisslicher Streifen, der mikroskopisch das Aussehen von gehäuften Talgdrüsen hatte. Die Augenlidbildungen niederer Wirbelthiere haben die histologischen Charaktere von verdünnter äusserer Haut, daher auch die Hautdrüsen, wenn welche vorhanden sind, wie z. B. bei den Batrachiern, in den Lidern zugegen sich zeigen. Die Nickhaut der Haie (*Sphyrna*, *Mustelus*, *Galeus*) ist ebenso beschuppt, wie die äussere Haut, und nur ein der Entfaltung entsprechender Streifen ist schuppenlos. Der freie Rand der Nickhaut ist verdickt und schneidet sich fast wie Knorpel, besteht aber aus festem Bindegewebe mit den gewöhnlichen länglichen und verästelten zelligen Elementen. Die Nickhaut der Batrachier hat, abgesehen von dem Pigmentmangel und der durchscheinenden Beschaffenheit des Bindegewebes, ganz den Bau der äusseren Haut: Nerven, Blutgefässe, Hautdrüsen, doch letztere nicht so dicht gestellt. In der Coriumsschicht der Nickhaut sieht man ohne weitere Präparation am ganz frischen Objekte (von *Pelobates* z. B.) die Bindegewebskörper sehr gut.

Die blöden Augen betreffend, so ist bei *Spalax typhlus* die über die Augen weggehende Haut mit Haaren bewachsen, beim *Proteus* geht die Cutis unverändert in ihrer Struktur, höchstens etwas verdünnt, sammt ihren Drüsen über das Auge weg, und endlich bei *Myxine* schlägt sich nicht bloss die äussere Haut, sondern noch eine Muskellage über das Auge hin.

§. 210.

Harder'sche Drüse.

Die Harder'sche (am inneren Augenwinkel gelegene) Drüse besteht beim Frosch, *Rana* und *Cystignathus* aus kurzen untereinander verbundenen Schläuchen mit seitlichen Aussackungen, so dass die Drüse von aussen eine traubige Form annimmt; die Sekretionszellen haben einen dunkelkörnigen Inhalt; von gleicher Art ist sie bei *Anguis fragilis*, wo ich sie sehr entwickelt finde, indem sie das Auge von hinten und unten halbringförmig umgiebt. Bei den Vögeln (Gans, Sperling) haben die ziemlich langen Drüsenschläuche ein klares Lumen, und der

Inhalt der bei der Gans langen cylindrischen, beim Sperling rundlichen Drüsenzellen ist eine blasse, feinkörnige Substanz; endlich bei Säugethieren (Nagern) wird der Zelleninhalt dunkelkörnig und nähert sich dem Fett. Auch beim Maulwurf finde ich am Auge unter der Haut eine sehr grosse Talgdrüse, die nach Umfang und Lage einer Harder'schen Drüse entsprechen könnte. (*G. Carus* konnte früher „keine deutlichen Spuren" von dieser Drüse wahrnehmen, Zoot. S. 40.) Hinsichtlich der Thränendrüse von *Chelonia mydas* mag noch angeführt sein, dass sie aus langen schmalen Kanälchen besteht, die parallel gerade nebeneinander verlaufend sich dichotomisch theilen. Es erinnert daher ein senkrechter Schnitt durch ein Drüsenläppchen nicht wenig an die Markkanälchen der Säugethierniere. Die Sekretionszellen sind länglich und lassen durch ihre Gruppirung ein deutliches Lumen des Drüsenkanälchens zurück.

Die Augenhöhle der Vögel wird nach innen durch eine fibröse Membran vervollständigt, die bei der Gans fast nur aus gewöhnlichem Bindegewebe besteht, indem sie sehr wenige elastische Fasern beigemengt enthält. Hingegen ist bei den Säugern jene Membran, welche die Augenhöhle nach der Schläfengrube hin begrenzt, fast nur aus elastischem Gewebe gebildet (beim Bären hat sich hier ein eigenthümlicher Muskel gefunden; *Rudolphi*, *Meckel* fanden den Muskel auch beim Schnabelthier).

Der Augapfel erscheint sehr allgemein in ein Fettlager gebettet; selbst die rudimentären *Bulbi* des Proteus, ja bei *Bdellostoma* ist das Fettlager nach *Joh. Müller* ausnehmend dick. Die Stelle der Fettzellen kann auch Gallerte vertreten; bei den Selachiern (Haie, Rochen und Chimären) z. B. ist der Augapfel von gallertigem Bindegewebe umgeben, das nach aussen zu einer fibrösen Membran (der *Fascia bulbi*) sich umgestaltet, welche unmittelbar in die *Conjunctiva* übergeht. Die Gallertmasse ist von sehr zahlreichen, in den Stämmen starken elastischen Fasern durchzogen.

Cuvier meldet, dass die ringförmig angeschwollene *Conjunctiva* des Auges von *Orthagoricus mola* mit einem eigenen *Sphincter* versehen sei. Nach Untersuchung eines grossen frischen Thieres muss ich die Existenz desselben in Abrede stellen; man gewahrt nichts von Muskelelementen, sondern nur eine gallertige Bindesubstanz.

§. 211.

Physiologisches.

Das Auge der Wirbelthiere hat in seiner Einrichtung eine gewisse Aehnlichkeit mit der *Camera obscura*; wie in diesem Instrumente durch Glaslinsen ein Bild der äusseren Gegenstände auf einer matten Glasplatte zu Wege kommt, so entwerfen sich auf der Netzhaut des Auges Bilder äusserer Objekte, und letztere sind ebenso umgekehrt, wie es in der *Camera obscura* geschieht. Alle die Gewebe, welche vor der Retina liegen, stimmen darin überein, dass sie hell, ja wasser-

klar durchsichtig sind, und selbst in der Hornhaut haben die Nerven eine ganz blasse Natur angenommen; die Blutgefässe halten sich nur im Bereich des Hornhautrandes, kurz, alle Elementartheile sind danach angethan, die Bewegung der Lichtstrahlen möglichst wenig zu hemmen; auch die Retina selber ist (am Lebenden) in hohem Grade durchsichtig. Das dunkelkörnige Pigment nimmt im Auge aus demselben Grunde seinen Platz ein, warum wir das Innere der *Camera obscura*, sowie das Rohr unserer Mikroskope schwärzen; es dient zur Absorption der durch die Netzhaut einmal gedrungenen Lichtstrahlen. Hingegen hat man keine rechte Einsicht in die Funktion des Tapetums; man nimmt an, dass dasselbe durch seine glänzende Oberfläche das Licht zurückwirft, so dass für Thiere mit Tapetum eine geringe Menge Licht hinreicht, um gut zu sehen. Auch rücksichtlich der Physiologie der Retina wissen wir, genau genommen, nichts weiter, als dass sie der lichtempfindende Theil des Auges ist; wie sich indessen beim Sehakt die einzelnen Schichten betheiligen, darüber können wir nur Vermuthungen äussern. Es darf erlaubt sein, den Bau der Retina mit einem sehr feinen Tastorgan zu vergleichen, sowie die Art und Weise, wie das auf ihr entworfene Bild percipirt wird, nur für relativ verschieden zu halten von dem Vorgang, durch welchen wir beim Tasten die räumlichen Unterschiede unserer Umgebung erfahren. Die histologischen Mittheilungen über die Tastorgane (s. oben) haben aber ergeben, dass sehr häufig terminale Ganglienkugeln die zunächst empfindenden Elemente sind, und es ist wahrscheinlich, dass die mit ihnen verbundenen Nervenfasern nur zur Leitung dienen. Aehnlich mag es sich mit der Netzhaut verhalten, man stimmt auch ziemlich allgemein darin überein, dass die Auffassung des auf der Netzhaut entworfenen Bildes nicht durch die Nervenfaserschicht erfolgt, und man ist somit auch hier darauf hingewiesen, in den Ganglienzellen der Retina die lichtempfindenden Elemente zu erblicken und, was von Bedeutung ist, gerade die beschränkte Stelle im Auge, der s. g. gelbe Fleck, welcher die intensivste Lichtempfindung hat, ist durch Anhäufung von Ganglienkugeln bevorzugt; hier liegen sie in mehren Reihen übereinander, während sie sonst in der Netzhaut nur eine einfache Schicht bilden. Was die Stäbchenschicht anlangt, so glaube ich, hat sie ihr Analogon auch bei den Tastwerkzeugen. Es wurden oben mehre Beispiele angeführt, wo bei verschiedenen Thieren mit den terminalen Ganglienzellen der Tastnerven noch besondere Stäbchen oder besondere Fortsätze der Haut in Beziehung stehen, welche die Tastempfindung steigern, sie zu einer spezifischeren machen können. Von den Stäbchen der Retina habe ich ebenso die Vorstellung, dass sie Hülfsorgane bei der Lichtempfindung sind; sie mögen durch ihre regelmässige Anordnung die Ganglienzellen zu isolirter Auffassung der einzelnen Punkte eines Bildes befähigen, sie geben ihnen ein feineres Unterscheidungsvermögen.

§. 212.

Die contraktilen Fasern an und in der *Chorioidea* dienen dazu, die Augen für verschiedene Entfernungen einzustellen, und da die Lebensart der Vögel es oft nothwendig macht, fast in demselben Augenblicke das Auge für nahe und entfernte Gegenstände zu accomodiren, so ist gerade bei ihnen der innere Muskelapparat des Auges sehr entwickelt und quergestreifter Natur. Auch die Muskeln der Iris sind hier quergestreift und es erfolgen die Bewegungen im Wechsel der Weite der Pupille auffallend schnell; obschon beschuppte Amphibien ebenfalls quergestreifte Irismuskeln besitzen, so beobachtet man an Schildkröten und Eidechsen dennoch nicht so lebhafte Verengerungen und Erweiterungen der Blendung. Vielleicht ist hieran die grosse Feinheit der Muskel-Primitivcylinder oder deren geringere Zahl Schuld. Der Crampton'sche Muskel im Vogelauge hat nach *Brücke* die Wirkung, den Krümmungshalbmesser der Hornhaut zu verkleinern. Auch die muskulöse *Campanula* im Fischauge wird wohl ebenfalls auf die Accomodation des Auges einen bedeutenden Einfluss ausüben können, doch hat noch Niemand in diesem Sinne Beobachtungen angestellt.

Um die Knochenschuppen in der Sclerotica der Vögel einer teleologischen Erklärung zugänglich zu machen, führen *Bergmann* und *Leuckart* (a. a. O. S. 472) folgende Ansicht vor. Die Vögel haben, um grosse Bilder oder Objekte zu erzeugen, grosse Augen nöthig. Nun ist aber an der ganzen Ausrüstung des Vogelkopfes eine gewisse Sparsamkeit unverkennbar und diese macht ihre Principien auch am Auge geltend. Zur Erzeugung eines grossen Bildes bedarf es nur einer gewissen Länge der Augenachse und einer gewissen Ausdehnung des Grundes, welcher die Bilder empfängt. Dagegen brauchen die Querschnitte des Auges nur von solcher Weite zu sein, dass keine nutzbaren Lichtstrahlen auf dem Wege zum Augengrunde verloren gehen. Mithin kann der Verbindungstheil zwischen Hornhaut und Augengrund verkleinert werden unbeschadet der Funktion, und um den Verbindungstheil bleibend in der eingeschnürten Form zu erhalten, ossifizirt die Sclerotica hier zu den Knochenschuppen. Die vorgetragene Ansicht klingt angenehm, allein die beschuppten Reptilien haben eine rundliche Form des Auges wie die Säugethiere und doch zugleich damit die Knochenschuppen der Sclerotica! Und wie ist es mit dem hinteren Scleroticalring, wie mit den Ossifikationen am Fischauge? Mir scheint, dass wir darüber so wenig, wie in der vergleichenden Histologie des Skelets wissen, warum gerade Bindegewebe bei dem einen Thier da angebracht ist, wo bei dem anderen Knorpel und bei dem dritten Knochen sich findet.

Bereitwilliger möchte ich die Erklärung der genannten Forscher annehmen, warum im dritten Lid (Blinzhaut) der Säuger ein Knorpel sich findet, welcher gegen den freien Rand des Lides in einer sehr

dünnen Ausbreitung endigt, nach seinem tiefer in die Augenhöhle ragenden Theil sich so bedeutend verdickt, dass er zwischen Auge und Nasenwand eingeklemmt ist. Die Bewegung der Blinzhaut hängt ab von der Contraktion des *Musc. suspensorius oculi*; zieht dieser nämlich das Auge zurück, so nimmt der Druck des Auges gegen diesen Knorpel zu, er weicht daher dem Auge nach vorn aus und schiebt damit das dritte Augenlid hervor.

Der hintere Scleroticalring im Auge der Vögel wurde von *Gemminger* 1853 entdeckt, vergl. auch *Leydig* in Müll. Arch. 1854; er wurde gefunden bei Thieren aus der Ordnung der *Scansores*, *Passeres*, unter den Raubvögeln bei *Falco tinnunculus*; bei den Tauben, Hühnern, Sumpf- und Schwimmvögeln ist er bis jetzt vermisst worden. Den a. a. O. aufgezählten Vögeln, welche den Knochen besitzen, kann ich gegenwärtig noch die Wasseramsel (*Cinclus aquaticus*) anreihen. — In einem der neuesten Handbücher der Zootomie wird die *Campanula* für neugebildete Linsensubstanz erklärt. Ganz abgesehen davon, dass, wie ich noch jüngst an *Salmo fario* nachprüfte, die körnigen Muskelfasern der *Campanula* mit den hellen Linsenfasern gar nicht zu verwechseln sind, wäre es höchst merkwürdig, dass „neugebildete Linsensubstanz" von einem so reichen Endnetz von Nervenfasern durchzogen ist, während bekanntlich die übrige Linse aller nervösen Elemente ermangelt. Doch scheint der Verfasser jenes Handbuches die Nervenausbreitung in der *Campanula* nicht wahrgenommen zu haben, da er laut seiner Beschreibung nicht einmal über die so klaren, von *Treviranus* schon gesehenen Nerven im *Processus falciformis* sicher ist. — Den eigenthümlichen Hautüberzug des Augenbulbus der Schlangen habe ich von der Ringelnatter untersucht, wo sich zeigt, dass die Kapselhaut eine mittlere bindegewebige Lage hat, eine Fortsetzung der Lederhaut; nach aussen liegt auf ihr die zellige Epidermis und nach hinten ein zartes Plattenepithel, welches den Hohlraum der Kapsel auskleidet. Am Umfange der Kapsel finde ich einige Nervenstämmchen, die in die bindegewebige Lage vordringen, ähnlich wie an der Hornhaut, aber ebensowenig weit in den hellen Theil verfolgbar sind. Nach *Hyrtl* verzweigen sich auch Gefässe darin, wovon ich indessen an meinem Exemplar keine Spur wahrnehmen konnte.

a. Wittich, welcher die quergestreiften Muskelbündel in der *Chorioidea* der Vögel entdeckte, glaubt auch bei Fischen (*Cyprinus erythrophthalmus*, *Cypr. carpio*) an gleicher Stelle glatte Muskelfasern gesehen zu haben. Ob da nicht eine Täuschung untergelaufen ist? Ich habe wenigstens auf diesen Punkt das Auge der Forelle untersucht, wo man ebenfalls innerhalb der Chorioidealdrüse glatte Muskelfasern zu erkennen meint, aber bei näherer Besichtigung und Vergleichung gewahrt, dass man abgelöste und aufgedrehte Blutcapillaren für Muskelfasern nehmen kann. Die *Glandula choroidealis* nämlich besteht aus massenhaft angehäuften, parallel und dicht neheneinander verlaufenden Capillaren; beim Zerreissen trennen sich immer am Rande einzelne Capillaren ab, drehen sich etwas zusammen, bleiben nur, wo der Kern liegt, breit und ähneln jetzt gewissen Formen glatter Muskelfasern nicht wenig. Ist man einmal auf den Ursprung der Täuschung aufmerksam geworden, so lässt sich natürlich durch fortgesetztes Zerzupfen von Stücken der Choroidealdrüse eine Menge von scheinbaren Muskelfasern erzeugen. —

Es wird von gewisser Seite bezweifelt, ob bei Fischen im Leben eine wirkliche Linsenkapsel vorhanden sei, nach dem Tode lasse sich von der Linse häufig eine dickere Kapsel ablösen, die in Betreff ihres elementaren Baues von dem der Linse nicht eigentlich abzuweichen scheine. Dies ist irrthümlich. Die Fische verhalten sich hierin nicht anders als die übrigen Wirbelthiere, die Kapsel ist da, erscheint ebenso homogen und hat dieselbe Lichtbrechung wie bei andern Wirbel-

thieren. — Ueber die Entstehung der Linsenfasern durch Auswachsen je Einer Zelle siehe *H. Meyer*, zur Streitfr. üb. d. Entsteh. d. Linsenf. Müll. Arch. 1851 und *Leydig* in Beitr. z. Anat. d. Rochen u. Haie S. 99.

An der Kernzone des erwachsenen Frosches fällt mir auf, dass die *Nucleoli* der Kerne zwar punktförmig aussehen, wenn man ihren scheinbaren Querschnitt im Auge hat, dass sie aber deutlich stabförmig sind, wenn sie im Profil gesehen werden, und dabei ist auch wahrzunehmen, dass ein solches stabartiges Kernkörperchen eigentlich ein von der Wand des Kernes ins Innere ragender säulenähnlicher Vorsprung ist. Diese Beobachtung geschieht mit aller Sicherheit, wenn man die aus dem lebenden Thier genommene Linse mit einigen Tropfen verdünnter Salzsäure behandelt. —

Die Augenmuskeln gehören wahrscheinlich bei allen Wirbelthieren (mir in dieser Hinsicht bekannt von Fischen und Reptilien) zu den nervenreichsten Muskeln; man erblickt, besonders nach Aufhellung mit Kalilauge, eine ungewöhnliche Zahl von Nervenfibrillen und sieht Theilungen der letzteren allenthalben (an den Augenmuskeln des Hechtes sind bekanntlich auch die ersten derartigen Beobachtungen von *Joh. Müller* und *Brücke* gemacht worden). Die Muskeln der Nickhaut bei Vögeln (der *M. pyramidalis* und *M. quadratus*) finde ich zwar bei der Eule ebenfalls reich an Nerven, doch keineswegs in dem Grade, wie die Augenmuskeln der genannten Thiere. — Ueber die Netzhaut vergleiche man besonders *H. Müller*, anat. physiol. Unters. üb. d. Retina bei Menschen u. Wirbelthieren 1856.

Zwanzigster Abschnitt.

Von den Augen der Wirbellosen.

§. 213.

Ueber die Augenflecken gar mancher Evertebraten weiss man vom histologischen Standpunkt aus nichts weiter, als dass sie Pigmentanhäufungen auf den Nervencentren oder am Ende der Nerven sind. Dahin gehören z. B. die Augenflecken von manchen Würmern, die Augenpunkte der Echinodermen; vielleicht auch der sog. unpare Augenfleck, welcher bei vielen Rotatorien und Krebsen (*Lynceus Daphnia*, *Argulus*, *Artemia* etc.) unmittelbar dem Gehirn aufsitzt; er scheint nur andeutungsweise ein Auge zu repräsentiren, und es lässt sich wenigstens die Vorstellung nicht widerlegen, dass durch die Anwesenheit der Pigmentkörner die zunächst liegenden Hirnzellen zu etwelcher Perception des Lichtes befähigter werden können. Die nächste Vervollkommnung des Sehorganes besteht in dem Hinzukommen eines lichtbrechenden Körpers, der wahrscheinlich die Bedeutung einer Linse hat (*Caligus*, *Cyclopiden*, *Euchlanis unisetata*, die paarigen Augen vieler Rotatorien, Tardigraden, die Augen vieler Würmer etc.). Selbst die Augen mancher Mollusken zeigen keine weitere Ausrüstung; die sehr kleinen Augen von *Doris lugubris* z. B., welche unmittelbar der Gehirnsubstanz aufsitzen, lassen bloss Pigment mit Linse erkennen und nur insofern ist die Ausbildung etwas höher wie bei den vorhin genannten Thieren gediehen, als eine gesonderte, homogene Sclerotica das Auge von der Umgebung abgrenzt.

§. 214.

Ausgebildete Augen.

Von morphologisch ausgebildeten Augen kann man wohl nur erst dann reden, wenn eine wirkliche Retina zugegen ist, die den Stäbchen im Wirbelthierauge vergleichbare Elementartheile aufweist. Dergleichen Augen findet man bei einzelnen Anneliden, gewissen Mollusken und den meisten Arthropoden. Man ist bisher gewohnt, die entwickelteren Augen der bezeichneten Thierklassen in der Art zu betrachten, als wären sie nach zwei ganz verschiedenen Typen gebaut. Die einen seien, nach dem Schema des Wirbelthierauges construirt oder collective Augen (die der Weichthiere, die sog. einfachen Augen der Insekten, Spinnen und Krebse), die andern oder die fazettirten Augen (der Krebse und Insekten) sollen durch Sonderung und isolirte Leitung der Lichtstrahlen sehen. Mir scheint jedoch, dass man bei Würdigung der feineren Strukturverhältnisse diese Unterscheidung kaum wird aus einander halten können, vielmehr möchte sich dadurch die Anschauung von einem einheitlichen Grundtypus auch für das Sehorgan wahrscheinlich machen lassen.

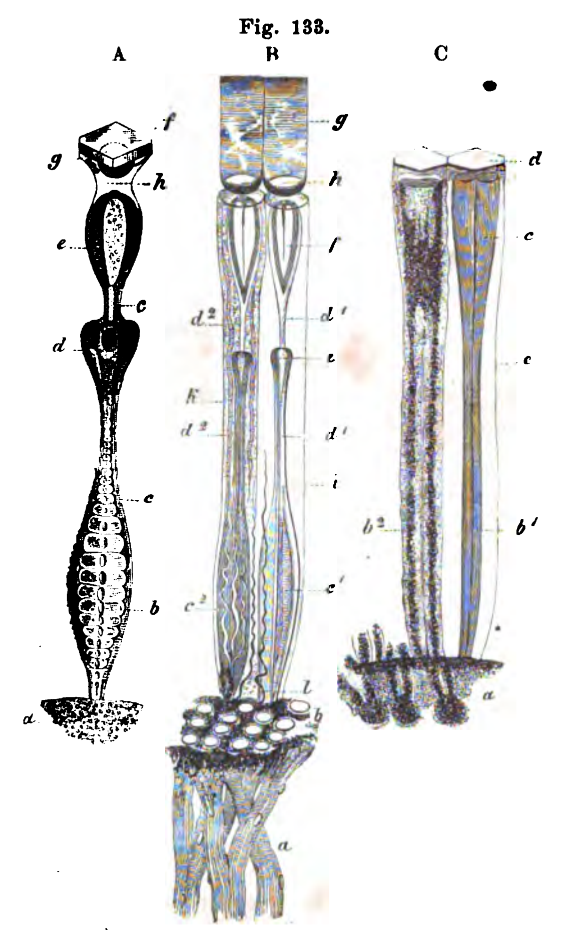
§. 215.

Netzhaut.

Wo bei Anneliden und Mollusken bis jetzt eine hautförmige Retina untersucht werden konnte, was allerdings noch nicht in grossem Maassstabe geschehen konnte, war die Netzhaut mit stabartigen Gebilden versehen. Durch *Krohn* ist bekannt geworden, dass die Retina bei *Alciope*, aus parallelen Fasern bestehend, durch die *Choroidea* hindurch die einzelnen Faserenden schickt, die auf der inneren Fläche wie eine Schicht gedrängter Stäbchen erscheinen. An den grossen Augen der Heteropoden (*Carinaria, Pterotrachea*) haben *Leuckart* und *Gegenbaur* gefunden, dass stabähnliche Körper eine Schicht der Netzhaut bilden. Sie bestehen aus Hülle und zähem, homogenem Inhalt. Von den Augen der Sepien beschreibt *Joh. Müller* schon 1838 eine aus aufrecht stehenden Cylindern zusammengesetzte Schicht der Retina, zwischen welcher das Pigment fadenförmig verlaufe und vergleicht sie den Stäbchen im Auge der höheren Thiere.

Nicht minder finden sich im Auge der Spinnen ähnliche stabartige Cylinder, sie sind hell, brechen das Licht stark, alteriren sich schnell im Wasser und schlängeln sich. Am höchsten erscheint die Entwicklung des *Stratum bacillosum* im fazettirten Auge der Arthropoden. Diese Schicht besteht hier aus mehr oder weniger langen, gewöhnlich vier-, seltner vielkantigen Stäben, deren Substanz in optischer und chemischer Beziehung sich durchaus wie die Stäbchen der Retina bei Wirbelthieren verhält: sie sind homogen, brechen das Licht stark, sind farblos oder rosenroth (an der frischen Retina des Frosches, Salamanders haben, wie oben erwähnt, die Stäbchen dieselbe Farbe); in Wasser, noch mehr in Essigsäure, quel-

Fig. 133.



A **Aus dem Auge von Herbstia:** a Oberfläche der Retina (Ganglion opticum), b Anschwellung des stabförmigen Körpers, c, d eine andere vierbucklige Anschwellung, e Krystallkörper, f Hornhautfazette, g deren linsenartige Verdickung nach innen, h Scheide.

B **Aus dem Auge von Procrustes coriaceus:** a Bündel des Sehnerven, b Ganglion opticum (Retina), c¹, c² Anschwellungen der Nervenstäbe d¹, d², wovon c¹ im frischen Zustand dargestellt ist, während c² die Veränderung nach Wasserzusatz, Essigsäure etc. zeigt, e zweite vierbucklige Anschwellung, f Krystallkörper, g Hornhautfazette, h deren linsenartige Wölbung nach innen, i Scheide, k quergestreifte Muskeln, l Tracheen.

C **Aus dem Auge von Schizodactyla monstrosa:** a Oberfläche der Retina (des Sehganglions), b' Nervenstab ohne Pigment, b² mit Pigment, geht ohne Grenze über in den Krystallkörper c, d Hornhautfazette, e Scheide.

len sie auf, krümmen sich, schlängeln sich etc.; sie zeigen eine feine Querstrichelung, die auch an den grossen Stäben der nackten Amphibien, namentlich nach Wasserzusatz erkennbar ist. Gegen den zelligen Theil der Retina hin schwellen sie häufig an, und man möchte darin die Analoga der Zapfen (*Coni*) im Auge der Wirbelthiere wiederfinden. Das vorderste Ende der Stabgebilde erscheint (z. B. an *Chizodactyla* und *Mantis*) in Anbetracht der Contouren und substantiell nicht verschieden von dem übrigen Stab; bei anderen wandelt sich, was

häufiger geschieht, das zunächst unter der Hornhaut liegende Ende in eine weiche, helle Masse um, die selbst wieder in ihren Lagen differente Grade der Weichheit darbieten kann, so dass die Autoren von eigenem „Glaskörper, Krystallkörper, weicher Masse zwischen Krystallkörper und Hornhaut“ sprechen, Theile, die morphologisch nur als besonders geartete Abschnitte des vorderen Endes der Stäbe gelten können. Es scheint selbst das vorderste Ende des Stabes sich mit der Hornhaut ganz fest verbinden und eine ähnliche harte Beschaffenheit wie diese annehmen zu können. (*Elater noctilucus, Cantharis melanura, Lampyris splendidula.*)

§. 216.

Die übrige Retina, nach Abzug der Stäbchen, besteht zwar bei Mollusken und Arthropoden aus grösseren und kleineren Zellen, Kernen, Punktmasse und der fibrillären Substanz der Sehnerven, man erkennt auch eine gewisse Schichtung und Durchflechtung dieser Elemente, beim Flusskrebs insbesondere (vergl. beistehende Figur)

Fig. 134.



Senkrechter Schnitt aus dem Krebsauge.
a Hornhaut (im Holzschnitt mangelt die äussere Grenzlinie), b Chorioidea, durchsetzt von den Stäben, c ganglionäre Retina, man unterscheidet mehre Schichten, d Sehnerv.

eine gewisse radiäre Entfaltung oder Ausstrahlung der fibrillären Substanz des Sehnerven, aber die Weichheit und desshalb geringe Individualisirung der Theile lassen vor der Hand kaum etwas über den näheren Zusammenhang ausfindig machen. Was die Verbindung der Stäbchen mit der übrigen Retina anlangt, so sah sie *Leuckart* bei den Heteropoden mit den Fasern des Opticus im Zusammenhang, die der Cephalopoden bezeichnet auch *Joh. Müller* als unmittelbare Fortsetzungen der Fasern des Sehnerven, nicht so einfach däucht mir das Verhältniss im Spinnenauge zu sein, hier existiren in der Retina bipolare Ganglienkugeln, deren unteres rohrartig ausgezogenes Ende die Stäbchen einzuschliessen schien. Die Entstehung der grossen Nervenstäbe der Arthropoden aus der ganglionären Retina (dem sog. *Ganglion opticum*) liess sich bei *Carabus auratus* in der Art beobachten, dass die Wurzeln der Stäbe die gleiche, feinmolekuläre Beschaffenheit hatten, wie die Substanz, in welche sich die faserigen Züge des Opticus auflösten; etwas weiter nach aussen bestanden die Wurzeln aus kleinen würfelförmigen Stücken, homogen und schon stark lichtbrechend; nach und nach schwanden die Spatien zwischen den Würfeln, so dass im weiteren Verlauf der vierkantige continuirliche Nervenstab sich erhob.

§. 117.

Lage der zelligen Retina hinter der Chorioidea.

Die Retina vieler Wirbellosen stimmt nach dem Vorgebrachten mit jener der Wirbelthiere in der Zusammensetzung aus ganglionären und stabartigen Elementen zwar überein, aber ein wesentlicher Unterschied macht sich in der gegenseitigen Lage dieser Schichten bemerklich; bei Wirbelthieren nämlich bildet die Stäbchenschicht die äusserste Lage der Retina, bei den Wirbellosen hingegen erscheint sie als das innerste Stratum. Damit steht auch was bei der ersten Untersuchung nicht wenig auffällt, in Zusammenhang, dass das Chorioidealpigment vor der ganglionären Retina, also ebenfalls ungekehrt wie im Wirbelthierauge liegt. So folgt in dem hoch entwickelten Auge der *Alciope* die aus Zellen und Fasern bestehende Retina hinter der Chorioidea, da letztere die langen Stäbe zu begleiten hat. Längst bekannt ist dasselbe Verhältniss von den Cephalopoden; die Retinaschichten nach Abzug der Stäbchen liegen hinter der dichten Pigmentlage, indem diese sich an die Stäbchen anschliesst. Aus den Untersuchungen von *Gegenbaur* und *Leuckart* erhellt nicht minder, dass bei den Heteropoden (*Atlanta, Carinaria, Pterotrachea* etc.) die ganglionäre Retina hinter der Pigmenthaut liegt, und auch bei den Gasteropoden möchte dasselbe Verhältniss obwalten, denn wie ich noch jüngst am Auge der *Helix pomatia* und des *Lymnaeus stagnalis* erkannte, so liegt zwischen der Sclerotica und der Pigmentmasse der Chorioidea eine ungefärbte, zellig-körnige Schicht, welche der Retina angehörig zu betrachten sein dürfte; und was die Arthropoden betrifft, so ist das Verhält-

niss dasselbe: die ganglionäre Retina ist farblos, erst ihre der Hornhaut zugekehrte Fläche wird durch Pigment felderartig abgetheilt und die massenhafte Anhäufung des Pigmentes oder die Chorioidea umhüllt die Stäbe, demnach folgt auch hier die Retina (das *Stratum bacillosum* weggerechnet) nach hinten von der Chorioidea.

§. 218.

Bindegewebe in der Retina.

Wie im Auge der Wirbelthiere die spezifischen Theile der Retina in Bindesubstanz eingebettet sind, deren stärkere Züge sich als Radialfasern und *Membrana limitans* repräsentiren, so lässt sich auch in der Netzhaut der Wirbellosen Bindegewebe nachweisen, das beim zusammengesetzten Auge der Arthropoden z. B. um die Nervenstäbe Schläuche bildet, welche sich von der Hornhaut bis zur ganglionären Retina erstrecken. Die Bindesubstanz ist am lebenden Thier weich, feinkörnig mit einzelnen eingestreuten Kernen.

§. 219.

Pigment der Chorioidea.

Zum Chorioidealpigment ist in der Regel das dunkel körnige verwendet, welches in den verschiedenen Schattirungen vom Braunen, Rothen und Dunkelvioletten bis ins Schwarze wechselt. Das Pigment kann deutlich in Zellen enthalten sein, z. B. bei den Heteropoden, wo die Zellen ebenso schön wie bei Wirbelthieren mosaikartig angeordnet sind, was bei Arthropoden seltner ist. Es kommen auch bei Wirbellosen echte Tapeta vor. Aus dem Auge vieler Spinnen leuchtet ein glänzendes *Tapetum* hervor, das z. B. an *Micryphantes acuminatus* grün, blau und golden schillert, bei mehren *Theridien* hat es einen goldgrünen Glanz, stark weiss spiegelt es in *Argyroneta aquatica* etc. Das *Tapetum* kann continuirlich sein, indem es den Augengrund vollständig überzieht, oder es streicht mitten durch dasselbe in Wellenlinien ein schwarzer Pigmentstreifen (bei *Clubiona claustraria* z. B.), bei *Phalangium* erscheint es unter der Form zerstreuter, glänzender Pünktchen; wieder in anderen Fällen bildet es radiäre Streifen zwischen dem dunklen Pigment etc. Forscht man nach der Elementarorganisation des Spinnentapetums, so finden wir sie etwas wechselnd nach den einzelnen Arten, bei mehren Gattungen, z. B. in *Argyroneta aquatica*, *Tegeneria domestica*, *Lycosa saccata* u. a. besteht es aus den gleichen Flitterchen, welche das *Tapetum* im Auge der Fischen zusammensetzen, es sind Plättchen, die dicht aneinander liegen, erst nach stärkerem Druck auseinander weichen und in den Regenbogenfarben irisiren; in anderen Gattungen (*Micryphantes Phalangium*) besteht es aus Kügelchen, die grösser sind, als die Pigmentkörner. Von letzterer Art ist auch ein schillerndes, silberoder goldglänzendes Pigment, was bei Insekten und Krebsen häufig selbst am unpaaren Augenfleck von *Argulus*, bei *Caligus*, einzelnen Rotatorien, manchen Arten von *Cyclops*, *Cypris* etc. vorkommt und mit dem dunkelkörnigen oft in bestimmter Weise abwechselt, so zeigt sich z. B. bei *Mantis religiosa* unter der Hornhaut ein röth-

lich graues, dann ein weissgelbes und endlich das dünkelviolette; beim Flusskrebs ist das ordinäre, dunkle Augenpigment um die Mitte der „Krystallkegel" und um die spindelförmigen Anschwellungen der Nervenstäbe abgesetzt, aber ungefähr halbwegs zwischen dem Ende der Krystallkegel und der oberen Spitze der spindelförmigen Anschwellung des Nervenstabes ist ein Pigment angebracht, das bei auffallendem Licht weiss aussieht. Die Körnchen dieses Pigmentes, einzeln und bei durchfallendem Licht schmutzig gelb, bei auffallendem weiss mit Metallglanz sich ausnehmend, entsprechen in ihren Eigenschaften durchaus den Körnchen, welche bei den *Mammalia carnivora* den Inhalt der Tapetalzellen bilden. Ein *Tapetum* ganz eigner Art existirt im Auge der Abend- und Nachtfalter. Oeffnet man das Auge eines grösseren Thieres, z. B. von *Sphinx pinastri* durch einen senkrechten Schnitt, so erscheint hinter dem dunklen Pigment ein lebhafter, silberglänzender Streifen mit vorderem röthlichen Rande. Diese dichte, silberfarbene Masse wird gebildet von einer Unzahl äusserst feiner Tracheen, in welche die Stammtracheen des Auges sich auflösen und welche in gerade stehenden Büscheln die Anschwellungen der Nervenstäbe umgeben, der röthliche Schimmer rührt her von dem eigenthümlichen Roth, welches der Substanz der besagten Anschwellungen selber innewohnt. Ich kenne dies *Tapetum* von *Liparis salicis*, *Gastropacha pini*, *Zerene grossulariata*, *Sphinx pinastri*. Am meisten entwickelt ist es wahrscheinlich beim Windenschwärmer (*Sphinx convolvuli*), von dem die Lepidopterologen melden (vergl. z. B. *Kleemann* bei *Rösel*), dass die Augen desselben im Dunklen wie glühende Kohlen leuchten. — Hinwiederum scheint bei einigen Muscheln (*Pecten*, *Spondylus*) nach den vorhandenen Mittheilungen ein abermals aus grösseren, krystallinischen Flitterchen zusammengesetztes *Tapetum* vorhanden zu sein. Uebrigens sind, was kaum bemerkt zu werden nothwendig ist, die Tapetalkörnchen und die Flitterchen nur der Grösse nach verschieden, nicht qualitativ.

§. 220.

Muskeln der Chorioidea.

Die *Chorioidea* der Wirbellosen besitzt auch contraktile Elemente, man kennt (zuerst durch *Langer*, Wien. Sitzgsber. 1850) Muskeln in der Iris und im *Corpus ciliare* der Cephalopoden, sie gehen vom Knorpelring der Sclerotica an den Strahlenkranz; wie weit sie bei anderen Mollusken verbreitet sind, bleibt noch zu erforscden; zunächst dürfte auf die Augen von *Spondylus* und *Pecten* aufmerksam zu machen sein, deren irisartiger Saum sich zusammenziehen soll. Anlangend die Arthropoden, so habe ich von verschiedenen Spinnen, Insekten und Krebsen innere Augenmuskeln angezeigt. Bei *Mygale* verlaufen die Muskeln geflechtartig, jedoch im Ganzen circulär in der Pigmenthaut, bilden auch (*Salticus* z. B.) innerhalb derselben vorne einen Kranz, man könnte sagen eine Muskellage der Iris. Die contraktilen Elemente sind sehr schmale, quergestreifte Cylinder, und es

ist verhältnissmässig leicht die zuckenden Bewegungen des Augen grundes an lebenden Spinnen zu beobachten. Bei den Insekten verlaufen innerhalb des Umhüllungsschlauches der Nervenstäbe zarte, quergestreifte Cylinder, nach vorne oft wegen des anklebenden Pigmentes schwer isolirbar, und verlieren sich in den irisartigen Pigment-Gürtel, welcher die Krystallkegelsubstanz umgiebt.

§. 221.

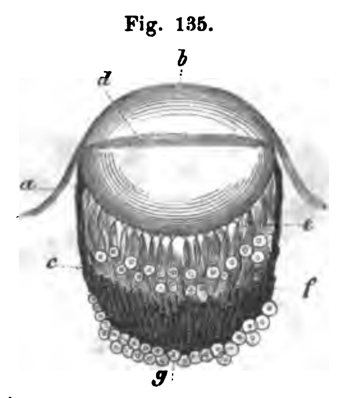
Linse.

Was die lichtbrechenden Medien im Auge der Wirbellosen betrifft, so hat nur noch die Linse der Cephalopoden mit der Struktur der Linse des Wirbelthierauges dadurch Aehnlichkeit, dass sie aus bandartigen Fasern besteht, von denen jede gleichwie bei den Vertebraten, aus einer einzigen mit Kern und Kernkörperchen versehenen Zelle hervorgegangen ist. Uebrigens erscheinen die Linsenfasern der Cephalopoden stark verhornt und zeigen auch nach *Strahl* die Reaktion der Hornsubstanz. Eine besondere Linsenkapsel existirt nicht, aber durch die Anordnung der bandförmigen Fasern gewinnt die Oberfläche der Linse eine epithelartige Zeichnung.

Die Linse der übrigen Mollusken hat nirgends mehr einen zelligen oder faserigen Bau, sondern besteht aus concentrischen Schichten eines erhärteten, eiweissartigen Stoffes, an dem man häufig eine gelbliche Kern- und hellere Rindensubstanz unterscheiden kann. (*Paludina*, *Helicinen*, *Atlanta*, *Carinaria* etc.) Bei den zuletzt genannten Heteropoden sah *Gegenbaur* auf der Oberfläche der Linse, welche der Hornhaut zugekehrt ist, ein zartes Plattenepithel.

Wieder von anderer Art ist die Linse der Arthropoden; sie giebt sich als eine nach innen kuglig verdickte Partie des chitinisirten Hautskelets, theilt daher auch mit diesem die lamellöse Zusammensetzung, und die Lamellen sind auch wohl (z. B. in der Linse der Spinnen) von Porenkanälen durchbrochen.

Fig. 135.



Auge von Salticus in senkrechtem Schnitt. (Geringe Vergr.)
a die allgemeine Chitinhaut des Körpers, b die Krystalllinse, c das dunkle Augenpigment, d der irisartige Gürtel, e der sog. „Glaskörper", nach meiner Auffassung die Enden der Stabgebilde, f die Stäbchenschicht, g Zellenschicht der Retina.

§. 222.

Die verschiedene histologische Beschaffenheit der Linse bei den einzelnen Thiergruppen erklärt sich zum Theil aus ihrer Entwicklungsweise: bei den Cephalopoden und den Arthropoden wächst die Linse, analog dem Hergang bei Wirbelthieren, durch Verdickung der Hautschichten von aussen nach innen herein. Da nun die Cephalopoden wie die Wirbelthiere eine äussere zellige Hautschicht besitzen, so ist auch die verdickte Partie desselben oder die Linse aus faserigen Elementen zusammengesetzt, die metamorphosirten oder ausgewachsenen Zellen entsprechen. Anders mus sich bei den Arthropoden die Textur der Linse gestalten, denn hier ist die äussere Haut oder das Bildungsmaterial der Linse nicht zellig, sondern besteht aus Lagen einer homogenen Substanz, die von Kanälen durchsetzt ist. Insofern nun auch hier die Linse durch eine lokale Verdickung dieser Hautschicht hervorwächst, kann sie selbstverständlich auch blos den beschriebenen Bau haben. Ganz abweichend davon ist der Bildungshergang der Linse bei den übrigen Mollusken (Gasteropoden, Heteropoden etc.) Die Linse wuchert nicht von aussen herein, d. h. von der Haut her in den Augapfel herein, sondern dieser ist von seiner ersten Anlage aus eine geschlossene Blase, in der auch die Linse zuerst sichtbar wird und die von mir an *Paludina vivipara* über diesen Punkt gemachten Wahrnehmungen lassen schliessen, dass innerhalb der Augenkapsel der Kern einer elementaren Zelle sich in eine feste Eiweisskugel umwandelt und nach und nach durch Wachsen die Zelle ausfüllt, hierauf lagern sich, bis die Linse ihre typische Grösse erreicht hat, weitere Schichten ab, welche dem Centrum zunächst fester werden, eine gelbliche Farbe annehmen und den Kern der Linse darstellen, während die äusseren Schichten oder die Rindenlagen weniger consistent und weniger gefärbt sind.

§. 223.

Glaskörper.

Der Glaskörper der Mollusken (Gasteropoden, Heteropoden etc.) ist eine wasserklare, strukturlose, gallertige Substanz, die bei *Paludina* ursprünglich als helle Flüssigkeit auftritt, welche, die Augenblase erfüllend, nach und nach eine grössere Consistenz annimmt und sich selbst an ihrer Grenze hautartig verdichtet. Sehr verschieden davon ist das Gewebe, welches man bisher im Auge der Arthropoden als *Corpus vitreum* bezeichnet hat. Es folgt nämlich im sog. einfachen Auge der Insekten und Spinnen hinter der Linse eine helle Lage, welche am lebenden Thier aus kolbigen Gallertgebilden besteht, deren vorderes Ende an die Linse stösst und deren hinteres sich in das Pigment einsenkt; es stimmen diese Gallertkolben in Lichtbrechung, Weichheit, Verhalten zu Reagentien vollkommen mit der Krystallkegelmasse des Flusskrebses und vieler Insekten überein, und ich habe sie daher den Krystallkegeln des fazettirten Auges gleichgestellt und für modifizirte Enden der Nervenstäbe erklärt.

§. 224.

Sclerotica, Cornea.

Von untergeordneter Bedeutung ist es, ob sich das Auge durch eine besondere bindegewebige Hülle vom übrigen Körperparenchym stärker oder schwächer absetzt. In letzterem Fall, wie bei Spinnen und Insekten mangelt eine eigentliche Sclerotica, das Auge hat nur soviel zarte Bindesubstanz, als hinreicht, um die nervösen und muskulösen Theile, sowie die Pigmentanhäufungen und die etwaigen Tracheen zu stützen; isolirt sich aber das Sehorgan vollständiger, so verdichtet sich das Bindegewebe um dasselbe herum zu einer wirklichen einhüllenden Sclerotica, die bald mehr homogen, bald auch leicht streifig oder fasrig (bei manchen Mollusken z. B.) sich ausnimmt. Bei höheren Krebsen mit frei beweglichen Augen kann man die äussere Haut, welche das Auge umgiebt, als Sclerotica ansprechen. Bei Anwesenheit einer besonderen Sclerotica sind auch häufig eigene Muskeln zur Bewegung des Bulbus vorhanden, so bei vielen Krebsen; hieher gehört auch, dass bei *Argulus foliaceus* die Anschwellung der Sehnerven quergestreifte Muskeln hat, welche die zitternde, von Manchen „räthselhaft“ genannte Bewegung der Augen verursachen; an der hinteren Fläche des Augenbulbus bei Cephalopoden befestigen sich einige Muskeln, die den Sehnerven scheidenförmig umfassen; *Leuckart* wies einen Muskelapparat des Augapfels bei *Firoloidea*, *Gegenbaur* von *Atlanta* und *Carinaria* nach, und wahrscheinlich ist der Bulbus bei noch vielen andern Mollusken damit ausgestattet.

Der vordere durchsichtige Abschnitt der Sclerotica bildet die Cornea; fehlt die Sclerotica, so fungirt ein dünn und hell gewordener Abschnitt der äusseren, bindegewebigen und chitinisirten Haut als *Cornea* wie bei Spinnen, Insekten und Krebsen. Vielleicht hängt es von der ganz ungewöhnlichen Entwicklung der Retinastäbe ab, dass bei Krebsen und Insekten die Hornhaut nach ihrer ganzen Dicke oder nur (bei niederen Krebsen) in ihren unteren Schichten in ebenso viele vier- bis sechsseitige Abtheilungen oder Fazetten zerfällt, als Retinastäbe da sind; verdickt sich noch am fazettirten Auge die Hornhaut einwärts zu Linsen, so ist natürlich auch die Zahl dieser durch die Retinastäbe bedingt. Der Hauptunterschied im Bau der sog. einfachen und der fazettirten Augen beruht demnach darauf, dass in den ersteren eine einzige Hornhaut und Linse das Licht zu allen stabförmigen Nervenenden gemeinsam zulässt, in letzteren aber jeder der kolossalen Nervenstäbe seine eigne Hornhautabtheilung und Linse beansprucht. — Die Hornhaut mancher Insekten, z. B. von *Hemerobius*, *Tabanus*, *Culex (pipiens)* u. a., spiegelt sehr schön goldgrün, was nicht von einem unter der *Cornea* angebrachten Pigmente, sondern von der Lichtbrechung dieser Haut selber herrührt.

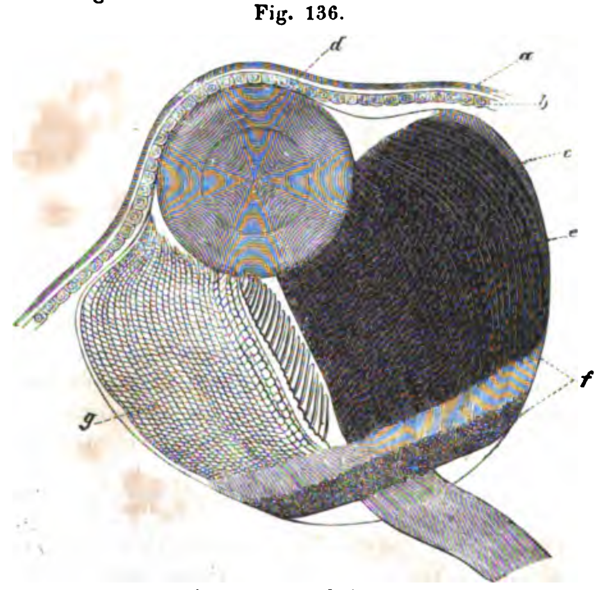
§. 225.

Physiologischerseits hat man bisher, wie schon oben erwähnt, zu begründen gesucht, dass ein ganz wesentlicher Unterschied herrsche zwi-

schen dem Sehen mit den sog. einfachen und dem Sehen mit fazettirten Augen. Ob der Satz noch für die Zukunft Gültigkeit haben kann? Man sagte, das fazettirte Auge sei ein Auge, dessen Nervenfasern keine Retina bilden, sondern vereinzelt bleiben und einzeln sich je mit einem optischen Medium versehen. Das fazettirte Auge sei daher auf Lichtsonderung eingerichtet, im Gegensatz zum Auge der Wirbelthiere und den einfachen Augen, welche collektiver Natur wären. Allein die vorgebrachten Strukturverhältnisse lehren, dass im „einfachen" wie im „zussammengesetzten" Auge die Sehnerven sich zu einer ganglionären Retina entfalten, der dann musivisch geordnete, stabförmige Elementartheile aufsitzen, von denen man annehmen darf, dass sie zunächst zur Auffassung des Bildes dienen. Insoweit daher nach dem morphologischen Befund geurtheilt werden darf, scheint eine solche wesentliche Differenz im Sehakt von Seite der genannten Augen nicht obzuwalten. —

Die Arbeit *Krohn's* über das Auge von *Alciope*, Wiegm. Arch. 1845, kenne ich leider nicht aus eigner Anschauung. Nach einigen Untersuchungen übrigens, die ich an Weingeistexemplaren von *Alciope Reynaudii* angestellt habe, verdiente das Auge dieses Thieres ein genaues histologisches Studium. Ich gebe davon beistehende Abbildung.

Fig. 136.



Auge von Alciope.

a Cuticula, b Zellenschicht der äusseren Haut, c Sclerotica, d Linse, e Chorioidea (auf der anderen Hälfte weggelassen), f Retina, g die Stabschicht.

Der Augenbulbus hat seine eigne homogene Umhüllungshaut oder Sclerotica, deren vorderer, stark vorspringender Abschnitt oder *Cornea* unmittelbar sich an die äussere Haut anlegt, so dass, wenn man von aussen nach innen abzählt, zuerst die dicke, helle *Cuticula* der allgemeinen Bedeckung kommt, darunter die zellige Hautlage, dann die homogene Hornhaut und unmittelbar hinter ihr die

kuglige Linse. Letztere erscheint granulär und geschichtet. Hinter ihr kommt das Chorioidealpigment, das den grössten Theil des Augapfelumfanges einnimmt, aber nicht ganz bis zum hinteren Rand der Sclerotica reicht, sondern hier breitet sich die ungefärbte Retina aus, in die man den Sehnerven übergehen sieht. Es erscheint demnach auch hier, wie bei Cephalopoden, Heteropoden und Arthropoden, die Retina hinter die Chorioidea gerückt, und man bemerkt zwei Lagen an ihr, eine äussere, mehr granuläre, und eine innere, radiär streifige. Schafft man durch Natronlauge das Pigment fort, so erblickt man als innerste Lage der Retina und sich gleichweit mit den Conturen der Chorioidea erstreckend eine Stabschicht. Im unzerstückelten Auge erkennt man sie unter der Zeichnung von scharfconturirten, dicht sich folgenden, nach der Länge des Auges gestellten Linien, deren Zwischenräume sehr regelmässig wieder quer abgetheilt sind, so dass bei gewisser Fokaleinstellung eine schöne Mosaik gesehen wird. Reisst man das Auge und damit die Retina auseinander, so vermag man die Linien einigermaassen zu deuten. Die Mosaik ist die Basis von scharfconturirten stabartigen Gebilden, die alle mit ihrem Längendurchmesser nach der Achse des Auges gerichtet sind und gegen den freien Rand der Pigmentschicht zu stetig an Länge abnehmen. Ueber ihre nähere Beziehung zu den Elementen der Retina konnte ich nichts erforschen, nur möchte ich, so seltsam es lautet, erwähnen, dass es mir vorkam, als ob sie hohle, nach der Augenachse gekehrte Ausstülpungen einer homogenen Membran wären, und die regelmässig gestellten Eingänge in die Stäbchen erzeugten das musivische Bild. Ich wiederhole, dass diese Mittheilungen auf Weingeistpräparaten und nach Anwendung von Natronlauge beruhen und demnach erst die Controle durch Untersuchung frischer Augen abzuwarten ist. — *Quatrefages* hat das Auge der *Alciopa* (von ihm *Torrea* genannt) ebenfalls untersucht und spricht von einer Retina, die aus senkrecht stehenden Nervenfasern zusammengesetzt sei.

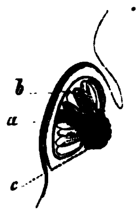
Ueber das Auge der Cephalopoden vergl. *H. Müller* in Ztschr. f. w. Z. 1853, der Heteropoden *Leuckart's* zool. Untersuchungen und *Gegenbaur's* Werk über Pteropoden und Heteropoden. Die Augen dieser Mollusken haben manche histologische Eigenthümlichkeiten; die Hornhaut beschreiben beide Autoren von *Firola* und *Carinaria* als aus Zellen zusammengesetzt. „Sie besteht (bei *Carinaria*) aus einer scheinbar homogenen, ziemlich derben Membran, die auf ihrer Oberfläche mit einem grossen Pflasterepithel überzogen wird und bei Essigsäurezusatz auffallende Veränderungen zeigt. Bei der ersten Einwirkung dieses Reagens kommen nämlich zahlreiche Längsspalten zum Vorschein, die der Cornea das Aussehen einer gefensterten Haut ertheilen, später treten dann deutlicher spiralförmige Zellen auf, die mit ihren Enden ineinander greifen und jene Lücken zwischen sich lassen, und endlich werden in den Zellen noch Kerne sichtbar, so dass also hier jene Verhältnisse, die wir in den gefensterten Häuten höherer Thiere treffen, sich in ähnlicher Weise wiederholen“ (*Gegenbaur*). Die Chorioidea hat bei *Carinaria*, *Pterotrachea* etc. (nicht bei *Atlanta*) eigenthümliche Lücken, wo die polygonalen Zellen ohne alles Pigment sind. Der ganglionäre Theil der Retina liegt hinter der Chorioidea und die Stäbchen durchbohren letztere nach *Leuckart*. *Gegenbaur* ist über den feineren Bau der Retina nicht recht zum Abschluss gelangt, weicht auch in Manchem von *Leuckart* ab, will aber ohne vorherige Wiederaufnahme der Untersuchung die Differenzen nicht lösen.

Die Linse der *Mollusca cephalophora* wird allgemein als rein homogen und geschichtet beschrieben, doch dürften vielleicht hier mit der Zeit noch besondere Strukturverhältnisse bekannt werden. Ich mache nämlich an der Linse eines grossen, in Weingeist aufbewahrten *Tritonium* die Wahrnehmung, dass der Kern der Linse wie von feinen radiär verlaufenden Kanälchen oder feinen Lücken durchsetzt sei, die sich mit Luft gefüllt hatten, welche durch Zusatz von Kalilauge aus-

getrieben wird, worauf der Linsenkern wie aus kleinen Kügelcheu zusammengesetzt erscheint.

Es wurde oben schon erwähnt, dass im sog. einfachen Auge der Insekten sich den Stäbchen entsprechende Gebilde finden, und ich kann meinen früheren Mittheilungen jetzt noch die Hühnerlaus (*Menopon pallidum*) anreihen, dessen Auge folgendes Verhalten zeigt: Die Chitinhülle des Körpers bildet, indem sie sich etwas verdünnt, die Cornea, unter ihr folgen gleich die kolbigen Gallertkörper, die wahrscheinlichen Enden der Stäbe, ohne dass die Hornhaut einwärts sich zu einer Linse verdickt hätte. Das Chorioidealpigment erstreckt sich in einem Streifen so nach vorne, dass die Gesammtheit der Gallertkolben in zwei Partien abgeschieden wird.

Fig. 137.



Auge von Menopon pallidum. (Starke Vergr.)
a Hornhaut, b die Gallertkolben, c das Pigment.

Sehr wünschenswerth wären auch Untersuchungen an frischen Augen von *Pecten* und *Spondylus*, namentlich in Bezug auf den sog. Glaskörper. Nach *v. Siebold* besteht er aus kernlosen Zellen, und auf einer Zeichnung, die Herr Stud. *E. Häckel* von dem Auge eines *Pecten varius* in Helgoland fertigte, sieht man ebenfalls den Glaskörper in ähnlicher Art gehalten. Da nun sonst bei den Mollusken das *Corpus vitreum* eine gleichmässig homogene Gallerte ist, so möchte ich vermuthen, dass dieser „zellige Glaskörper“ der Acephalen sich wie bei Spinnen u. a. verhält, wo er der Krystallkegelsubstanz im zusammengesetzten Auge gleichwerthig ist. — Auch das Auge von *Sagitta* darf weiterer Nachprüfung empfohlen werden, da es nach den Abbildungen, welche *Wilms* (observ. de Sagitta Fgg. 6, 7) gegeben hat, an das zusammengesetzte Auge der Arthropoden erinnert.

Das Auge von *Nephelis* verdient ebenfalls eine erneute Untersuchung. Nach früheren Aufzeichnungen von mir besteht es aus einer Blase, deren Wand die Sclerotica vorstellt und einzelne Kerne hat. Aus dem Pigment oder der Chorioidea, welche den hinteren Abschnitt der Augenblase einnimmt, ragen in den vorderen hellen Theil mehre klare kolbige Gebilde, jedes, wie mir schien, mit einem ebenso hellen Kern versehen.

Ueber das Auge der Krebse, Spinnen und Insekten vergl. ausser dem bekannten Werke von *Joh. Müller*: *Will*, Beitr. z. Anat. d. zusammenges. Aug. 1840, *Gottsche*, Beitr. z. Anat. u. Phys. der Augen der Krebse u. Fliegen in Müll. Arch. 1852, *W. Zenker*, Studien über die Krebsthiere im Arch. für Naturgesch. 1854, *Leydig*, zum feineren Bau der Arthropod. in Müll. Arch. 1855; die obige Schilderung stützt sich namentlich auf diese Arbeit. — Ueber die Augen der blinden Crustaceen, namentlich des in der Mammuthhöhle lebenden *Astacus pellucidus*, hat *Newport* mitgetheilt, dass hier das Pigment der Chorioidea fehlt.

Ueber die Randkörper der Medusen, welche bald für Seh- bald für Gehörorgane angesprochen werden, vergl. die genaue mikrosk. Analyse, welche *Gegenbaur* in Müll. Arch. 1856 darüber gegeben hat. Es geht daraus hervor, dass sich vorläufig gar keine bestimmte Deutung feststellen lässt, da manches für sensitive Apparate, manches für excretorische Organe ausgelegt werden kann.

Die **Augenpunkte** der **Infusorien** (Euglenen, Peridinien, Ophryoglenen) bestehen bloss aus „einer Anhäufung von feinen, kaum messbaren Körnchen, welche das Licht stark brechen.“ Ein lichtbrechender Körper mangelt. Bei *Ophryoglena atra* und *Bursaria flava* entdeckte **Lieberkühn** „ein uhrglasförmiges Organ“, welches bei *Ophryoglena* neben dem Augenpunkte liegt, durchsichtig, glashell ist, ohne Spur von Faserung oder anderweitiger Struktur. Müll. Arch. 1856.

Einundzwanzigster Abschnitt.

Vom Gehörorgan des Menschen.

§. 226.

Aeusseres Ohr.

Die **knorpelige Grundlage** des äusseren Ohres und Gehörganges gehört zum Faserknorpel, in welchem an den meisten Stellen mehr Zellen als netzfaserige Grundsubstanz zugegen ist, ja letztere häufig nur zu schmalen Balken zwischen den Zellen reduzirt erscheint. Dies ist besonders in den dünnsten Theilen des Ohrknorpels der Fall. Die **Drüsen** der den Ohrknorpel überziehenden Haut geben insofern zu Bemerkungen Anlass, als die Talgdrüsen an der Ohrmuschel sehr entwickelt, hingegen die Schweissdrüsen gar klein geworden sind. In der Haut des äusseren Gehörganges haben sich die Schweissdrüsen zu den s. g. **Ohrenschmalzdrüsen** (s. oben) umgeändert.

§. 227.

Mittleres Ohr.

Das **Trommelfell** besteht aus festem Bindegewebe, in welchem Gefässe verlaufen; aussen wird es von einer dünnen Epidermis, innen von einem nicht flimmernden Plattenepithel überzogen.

Die **Schleimhaut** der Paukenhöhle sammt den Nebenräumen hat ein unteres bindegewebiges, gefässreiches und auch Nerven enthaltendes Stratum, über welchem ein geschichtetes Flimmerepithel wegzieht. Das Epithel auf den Gehörknöchelchen flimmert so wenig, wie das des Trommelfells. — Die **Muskeln** des mittleren Ohres sind quergestreift.

Der Knorpel der **Eustachischen Röhre** stellt in seiner Struktur eine Uebergangsstufe von echtem Knorpel zum Faserknorpel dar.

§. 228.

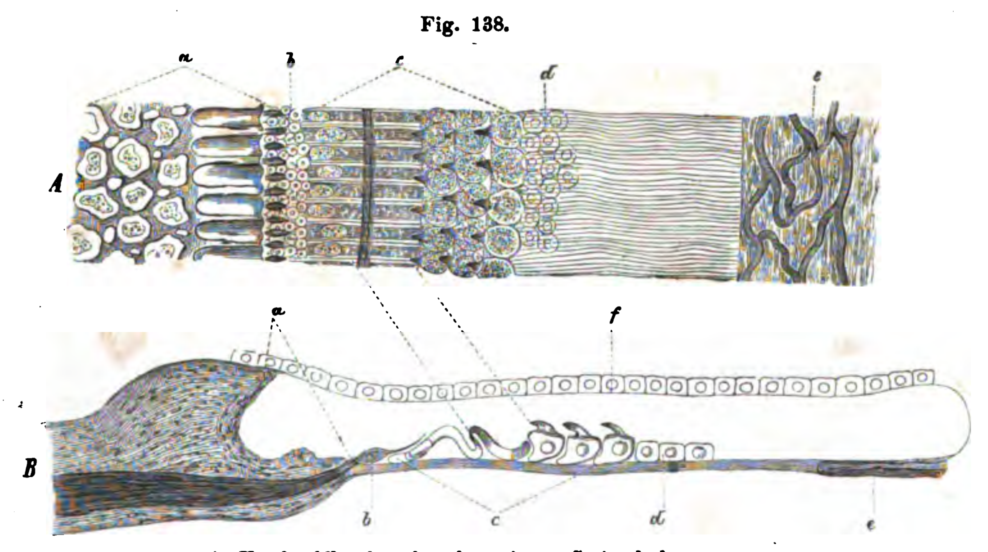
Inneres Ohr.

Das **häutige Labyrinth**, Vorhof und Bogengänge, besteht aus Bindegewebe, welches nach aussen weicher ist und im feineren Verhalten Aehnlichkeit hat mit den steifen Faserzügen des Bindegewebsstroma's der *Chorioidea*, auch gewöhnlich einige bräunliche Pigmentablagerungen enthält; nach innen zu wird das Bindegewebe fester und gestaltet sich zu einer mehr homogenen durchsichtigen Lage um. Das Lumen begrenzt ein einfaches, sich leicht ablösendes Plattenepithel.

Die Gehörsteinchen, Otolithen, sind meist kleine, prismatische, an beiden Enden zugespitzte Säulchen aus kohlensaurem Kalk.

An der Schnecke nimmt das häutige Spiralplatt derselben das Interesse in Anspruch. Man unterscheidet daran einen höckerigen oder inneren und einen glatten oder äusseren Abschnitt (die *Zona denticulata* und die *Zona pectinata* der Autoren). Die erstere, unmittelbar von dem Perioste der knöchernen *Lamina spiralis* ausgeheud, besteht aus derbem Bindegewebe und erhebt sich in helle, längliche Vorsprünge von glänzendem Aussehen, welche durch die bekannten Untersuchungen *Corti's* als Zähne der ersten Reihe bezeichnet werden und bindegewebiger Natur sind. Weiter nach aussen folgen andere eigenthümliche Zellen, die bisher nach *Corti* den Namen Zähne der zweiten Reihe trugen, aber von ganz anderer Natur sind, als die Zähne der ersten Reihe. *Kölliker* erklärte sie für die Enden des *Nervus cochleae.* Die Fasern des *Acusticus* sollten nämlich durch feine Löcher der *Lamina spiralis membranaea,* aus der *Scala tympani* in die *Scala vestibuli* getreten, sich mit den s. g. Zähnen der zweiten Reihe verbinden; letztere wären sonach eigentlich terminale Ganglienzellen, welche frei im Labyrinthwasser liegen.

Fig. 138.



A Vorhofffläche der häutigen Spiralplatte.

a Zähne der ersten Reihe, b spindelförmige Zellen, c Zähne der zweiten Reihe, d Epithel der Zona pectinata, e gefässhaltiger Streifen, zur Befestigung der Spiralplatte dienend.

B Senkrechter Schnitt durch die Lamina spiralis.

a Zähne der ersten Reihe, b spindelförmige Zellen (ich habe sie zwar in Verbindung mit den Nervenfasern gezeichnet, was ich aber nicht mit Sicherheit gesehen habe), d, e wie bei A, f Membran mit ihrem Epithel, welche die Vorhoffläche der häutigen Spiralplatte überdeckt.

§. 229.

Nach Untersuchungen, die ich an jungen Katzen, Ziegen, dann am Maulwurf anstellte, bin ich ausser Stand, die Angaben *Kölliker's*, was die Endigung des Hörnerven und das Cortische Organ überhaupt betrifft, zu bestätigen, muss sie vielmehr grossentheils verneinen. Das wirkliche Verhalten ist Folgendes:

Die Zähne der ersten Reihe sind Erhöhungen und Vorsprünge des bindegewebigen Periostes; in's Innere der stärkeren erheben sich feine elastische Fasern, die man bei Betrachtung von oben meist im scheinbaren Querschnitt, also unter der Form scharfgezeichneter Punkte wahrnimmt. Am Rande der Abdachung der grossen kammartigen Vorsprünge liegen noch in sehr regelmässiger Folge kleine Erhöhungen, und die Vertiefungen dazwischen werden von K. für Löcher ausgegeben, durch welche die Nervenfasern heraustreten, was ich zwar noch nicht gesehen habe, aber doch nicht geradezu in Abrede stellen möchte. Bei ganz jungen (noch blinden) Kätzchen trüben sich nach Essigsäurezusatz die Zähne der ersten Reihe. Die Zähne der zweiten Reihe oder die vermeintlichen Enden der Schneckennerven lösen sich von Präparaten, die in doppeltchromsaurem Kali einige Tage gelegen, sehr leicht *in toto* ab und sind Zellen von einer sehr bestimmten Anordnung und Gestalt. Die ersten (von den Zähnen der ersten Reihe her gerechnet) zeigen sich als lange stabförmige, comprimirte Zellen mit Kern; sie sind vom lebenden Thier genommen und, mit Zuckerwasser untersucht, sehr hell; an Chromsäureobjekten erkennt man eine Scheidung in homogene Rinden- und granuläre Achsensubstanz. Diese Zellen liegen nun nicht einfach gerade, wie auf der *Kölliker*'schen Figur (Gewebl. Fg. 332) dargestellt ist, sondern sie vollführen sehr regelmässige, von allen nebeneinander liegenden Zellen in gleicher Weise eingehaltenen, Biegungen und Drehungen. Jede Zelle beschreibt nämlich zwei Bogen nach aufwärts, beim zweiten mit Umdrehung der Fläche und dazwischen einen sehr steilen nach abwärts; der letztere verursacht bei Betrachtung der Zellen von oben und im Ganzen jenen Streifen, der irrthümlich auf eine Theilung der Zelle in „zwei Glieder" bezogen wurde. An die schlangenförmig gekrümmten Zellen schliessen sich zu äusserst drei Reihen von Zellen an (die drei Cylinderzellen *Corti's*, die gestielten Nervenzellen *Kölliker's*), welche sich mir abermals ganz anders zeigen, als die genannten Autoren schildern. Jede Zelle ist zwar in einen kurzen konischen Fortsatz verlängert, aber mit diesem ist sie keineswegs angewachsen, sondern er steht frei nach vorn und oben gekehrt, gerade so, wie an gleichen, in der Ampulla vorkommenden Epithelzellen, so wie ich denn überhaupt die vermeintlichen Nervenenden (die Zähne der zweiten Reihe *Corti's*) für ein besonders geartetes Epithel erkläre; ihr ganzer Habitus im frischen Zustande, das Trübwerden und Annehmen schärferer Conturen

in Essigsäure, ist wie bei solchen Zellenlagen. An diese Stachelzellen grenzen die gewöhnlichen Epithelzellen der *Zona pectinata* an.

Was die Endigung des Schneckennerven betrifft, so scheinen mir die früher breiten dunkelrandigen Fasern des *Acusticus*, nachdem sie durch bipolare Ganglienkugeln unterbrochen wurden, fein und blass geworden sind, in derselben Art zu enden, wie in den Ampullen; sie verlieren sich nämlich in ein Lager kleiner Zellen, mit denen sie sich zu verbinden scheinen, jedoch so, dass immer über die Zelle hinaus noch ein äusserst feiner Faden eine kurze Strecke weit sichtbar ist.

Ferner findet sich, dass von der *Habenula sulcata* aus über die „Zähne der ersten und zweiten Reihe“ weg eine zarte bindegewebige Haut herüberzieht, die ein Epithel trägt, sowie auch zum Theil Blutgefässe besitzt, und ich erblicke in dieser Decke das Analogon der sackartigen Umhüllung um die Vorsprünge in den Ampullen (s. unten). An der *Lamina spiralis* ist die *Zona pectinata* gefässlos. An Präparaten, die 8 Tage in doppeltchromsaurem Kali gelegen hatten, waren die Streifen der *Zona pectinata* geschwunden, die Membran homogen und nur von kurzen, sich kreuzenden Strichen durchzogen, etwa wie die Hornhaut von ihren Bindegewebskörpern. An die *Zona pectinata* sehe ich eine, zahlreiche Gefässe einschliessende *Zona* anstossen und an dieser haftet die faserige Masse, durch welche die häutige Spiralplatte die Schneckenwand berührt.

§. 230.

Das Labyrinth entsteht durch Einstülpung von der äusseren Haut her, was zuerst *Huschke* entdeckt hat. *Remak* wies darauf nach, dass das die Labyrinthblase auskleidende Epithel vom oberen Keimblatt herrühre, die häutigen und knöchernen Wände vom mittleren Keimblatt geliefert werden. Vom Gehörnerven nahm man ziemlich allgemein an, dass er aus dem Gehirn zur Labyrinthblase wachse; indessen hat *Remak* gefunden, dass er an Ort und Stelle aus dem mittleren Keimblatt sich sondere.

Die wichtigste Schrift über das Gehörorgan bilden die bekannten Recherches sur l'organe de l'ouie des mammifères von *A. Corti*. Vergl. ferner *Reissner*, zur Kenntniss der Schnecke im Gehörorgan der Säugethiere und des Menschen, Müll. Arch. 1854, *Claudius*, Bemerkungen über den Bau der häutigen Spiralleiste der Schnecke, Zeitschr. f. w. Zool. 1855. Dass die histologische Untersuchung der Schnecke zu den schwierigsten Arbeiten gehört, ist schon daraus zu entnehmen, dass die Schilderungen sich sehr widersprechen, indem Jeder die Sache anders gesehen hat. So meldet *Reissner*, dass von der Oberlippe der *Crista* aus Gefässe nach dem äusseren Rande der Schnecke verlaufen, was *Claudius* bezüglich der ausgebildeten Schnecke für falsch erklärt, worin er Recht haben mag. Hinwiederum erscheint mir gar Manches von Dem irrthümlich, was *Claudius* über den Bau der Schnecke mittheilt. Nach ihm ist „die häutige Spiralleiste nicht eine einfache, häutige Platte, auf welcher in der Vorhofstreppe das Corti'sche Organ läge, sondern sie stellt einen durch zwei einander parallel ausgespannte Membranen überall

gegen beide Treppen abgeschlossenen, mit grossen dünnwandigen Zellen erfüllten Raum in der Schnecke dar, und in diesem liegt der von *Corti* beschriebene Apparat." Ich vermag durchaus nicht dieses „Parenchym grosser dünnwandiger Zellen", mit dem der besagte Raum ausgefüllt sein soll, zu sehen. Bezüglich der Verbindung der Nerven mit dem Corti'schen Organ konnte sich *Claudius* keine klaren Anschauungen verschaffen: die „Stäbchen" beschreibt er ganz anders als ich, sie sollen unter Anderem auch mit ihrem Aussenende auf der *Zona pectinata* festgeheftet sein. — Allem zufolge dürfte wohl noch einige Zeit vergehen, bis über den fraglichen Gegenstand eine übereinstimmende Ansicht sich abgeklärt hat.

Zweiundzwanzigster Abschnitt.

Vom Gehörorgan der Wirbelthiere.

§. 231.

Aeusseres und mittleres Ohr.

Das Knorpelgerüst der Ohrmuschel mancher Säuger (z. B. der Nager, der Fledermäuse) sieht, nach dem ersten Blick zu urtheilen, wie Fettgewebe aus, da die Knorpelzellen grosse Fetttropfen einschliessen und nur durch ein Minimum von Grundsubstanz von einander geschieden sind. Bei dem Rind, der Katze ist die Grundsubstanz faserig und beim Meerschweinchen, dem Biber erscheint der Knorpel theilweise ossifizirt (*Leuckart*, *Miram*).

§. 232.

Das Trommelfell der Säuger, Vögel und wahrscheinlich auch der beschuppten Reptilien besteht nur aus Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern und wird innen von Epithel, aussen von dünner Epidermis bedeckt. Beim Maulwurf, dessen Trommelfell leicht als ein Ganzes zu untersuchen ist, sieht man klar, dass die elastischen Netze dieser Haut in zwei Hauptrichtungen, circulär und radiär nämlich, verlaufen. Beim Frosch sind in das Bindegewebe radiäre, glatte Muskeln eingewebt, welche am Rande des Trommelfells einen Ring bilden. In der Mitte des Trommelfells, im Umkreise der Ansatzstelle des dem Hammer vergleichbaren Knorpels finden sich elastische Fasern, die, obwohl verzweigt, doch in der Hauptrichtung ebenfalls radiär verlaufen. Es steht sich hier somit die Muskelschicht am äusseren Rande und die Lage elastischer Fasern in der Mitte des Trommelfells antagonistisch gegenüber: die Muskeln wirken wie ein Spanner des Trommelfells und bei Nachlass ihrer Thätigkeit führen die elastischen Fasern dasselbe auf seinen gewöhnlichen Extensionsgrad zurück. Ueber das eigentliche Trommelfell schlägt sich die äussere Haut weg, sie wird dabei verdünnt, behält aber ihre, wenn auch kleiner gewordenen, Drüsensäckchen bei.

Die Schleimhaut der Paukenhöhle hat bei Säugern, Vögeln und Reptilien ein Flimmerepithel, aber der zellige Ueberzug an der Innenseite des Trommelfells, sowie das Epithel der Gehörknöchelchen zeigt sich immer cilienlos. Die *Columella* des *Falco tinnunculus* z. B. hat einen fetthaltigen Markraum, die Aussenfläche des Knochens überzieht ein blutgefässhaltiges Bindegewebe und auf diesem liegt das nicht wimpernde Epithel. Ebenso verhält sich die *Columella* der Eidechse, nur dass hier die im Inneren des Knochens verlaufenden Blutgefässe pigmentirt sind. Auch in den Gehörknöchelchen der Katze, namentlich im Fusstritt des *Stapes* und im Ambos sind Blutgefässe deutlich wahrzunehmen. Am Ansatz des Hammers vom Maulwurf sind wohl schöne Havers'sche Kanäle deutlich, aber nichts von Blutgefässen.

Der häutige äussere Gehörgang bei *Talpa* wird durch einen mehre Windungen machenden Spiralknorpel gestützt (*Hannover*), von dem ich indessen sehe, dass er bis auf die Ränder ossifizirt ist, doch hat die Verknöcherung mehr den Charakter von kalkiger Incrustation. Bei *Echidna* zerfällt der Knorpel in einzelne, mittelst eines Längsstreifens verbundene Ringe, und auch bei den Delphinen finden sich einzelne unregelmässig gestaltete Knorpelplatten in dem langen, engen Gehörgang.

Der an der äusseren Haut mündende Ohrkanal der Rochen, Haie und Chimären besteht aus Bindegewebe, in welches mehr oder weniger schwarzes Pigment eingemischt ist (sehr stark pigmentirt bei *Spinax niger*). Die Innenfläche deckt ein aus langen Cylinderzellen zusammengesetztes Epithel und das Lumen des Kanales zeigt sich erfüllt von Otolithen. Letztere stehen zwischen Molekulargrösse und ziemlich grossen Klumpen, sind entweder citronenförmig mit geschichtetem Bau oder stellen drusenähnliche Körper dar.

§. 233.

Inneres Ohr.

Zur Aufnahme des häutigen Labyrinthes bildet bekanntlich der hyaline Kopfknorpel bei den Selachiern weite Gänge und diese sind von derselben pflasterförmigen Knochenkruste ausgetäfelt, welche auch die übrige Schädelhöhle und überhaupt die meisten freien Flächen des Skelets überzieht. Von dem bindegewebigen Periost, welches sich über die Knochenkruste der Labyrinthgänge verbreitet, gehen mannichfach sich durchkreuzende Balken und Plättchen zum häutigen Labyrinth selber, um es zu befestigen. Die Maschen des bindegewebigen Netzwerkes sind von Flüssigkeit erfüllt und in den Balken verlaufen auch einzelne Blutgefässe.

Die Bindesubstanz, welche das häutige Labyrinth formt, gewinnt bei niederen Wirbelthieren, namentlich den Fischen (Selachiern, Stör u. a.), sehr an Dicke und erinnert schon bei oberflächlicher Besichtigung durch Consistenz und einen gewissen durchscheinenden Habitus an Knorpel, was auch mit dem Resultat der mikroskopischen Untersuchung im Einklang steht, indem man es mit einem Gewebe zu

thun hat, welches die Mitte zwischen gewöhnlicher Bindesubstanz und Hyalinknorpel einhält. Man erblickt da (z. B. am Stör, deutlich auch bei Vögeln) nach Anwendung von Kalilauge in einer homogenen, klaren Substanz helle, schmale Räume, die alle mit ihrer Längsachse dem Kanal parallel laufen; sie besitzen einen feinkörnigen Inhalt, verlängern sich da und dort bedeutend und scheinen dann mit einander zusammenzufliessen; bei der Taube sind viele sternförmig, bei *Polypterus*, wo die Bindesubstanz des Ohrlabyrinths auch ziemlich dick ist, nähern

Fig. 139.



Stück eines halbcirkelförmigen Kanales der Taube. (Starke Vergr.) a die knorpelähnliche Wand, b die gallertige äussere Schicht mit den Blutgefässen c, d das innere Epithel.

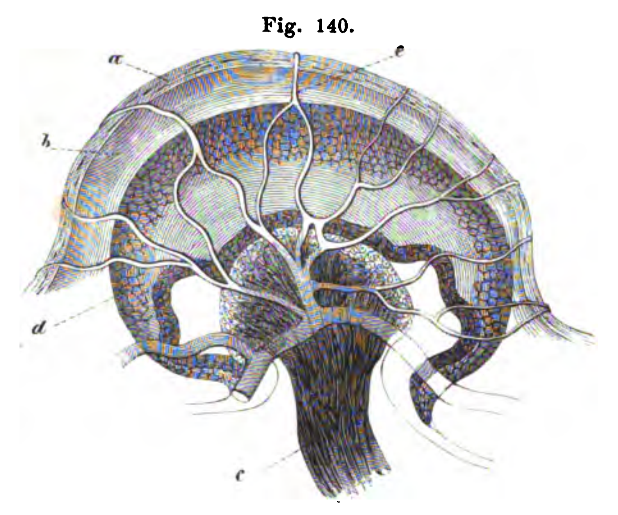
sich die Räume oder Bindegewebskörperchen, welche mehr rundlich oder oval und dabei strahlenlos sind, den Knorpelzellen. Bei kleinen Batrachiern (*Triton igneus*, *Bombinator*) ist das Bindegewebe der *Ductus semicirculares* fast ganz homogen und die zelligen Theile sind kaum spurweise zugegen. — Nach aussen geht das feste, knorpelähnliche Bindegewebe des *Vestibulum* und der *Ductus semicirculares* in eine lockere, eher gallertige Schicht aus, welche die Gefässe trägt, häufig pigmentirt ist (beim Frosch wenig, bei *Bombinator* und *Salamandra* sehr stark) und mit dem vorhin besagten Netzwerk sich verbindet. Bei Batrachiern enthält das lockere Bindegewebe um die Gänge etwas Fett.

§. 234.

Wenn man die Ampullen rein herauspräparirt und ohne allen Druck (bei Vermeidung jeglichen Deckglases) von verschiedenen Seiten her untersucht, auch namentlich neben frischen Objekten Köpfe, die einige Zeit in doppeltchromsaurem Kali gelegen sind, vergleichend herbeizieht, so bemerkt man Organisationsverhältnisse, die bisher nicht beachtet oder übersehen wurden. Ich habe besonders die Ampullen

der Taube mikroskopirt, und die beistehende Figur ist genau nach der Natur. Sie zeigt, dass im Inneren der Ampulle nicht bloss der Vor-

Fig. 140.



Ampulle von der Taube (nach Behandlung mit doppeltchromsaurem Kali), geringere Vergrösserung als bei Fig. 139.
a die knorpelähnliche Wand, b das Lumen der Ampulle, welches mit dem des Ductus semicircularis in Continuität steht, c Nerv der Ampulle, d die sackartige Umhüllung des nerventragenden Vorsprunges, e die Blutgefässausbreitung.

sprung zugegen ist, welcher den Träger der Nervenendigung abgiebt, sondern es existirt noch eine besondere Haut, welche, von der Basis des gedachten Vorsprunges ausgehend, sich über den Nervenknopf in bestimmter Faltung gleich einer Kapuze herüberzieht. Der Nervenknopf erscheint gewissermaassen in einen zweiten, innerhalb der Ampulle liegenden Sack eingestülpt, und zwar so, dass oben und unten ein hohler Raum zwischen dem Sacke und dem Rande des nerventragenden Vorsprunges bleibt. Während nun das Epithel ausserhalb des Sackes von derselben blassen Beschaffenheit ist, wie in den *Ductus semicirculares*, ist es im Inneren der bezeichneten Kapuze dunkelkörnig, und an Chromsäurepräparaten sah ich, dass diese Zellen an ihrer freien Seite in einen kammartigen Fortsatz ausliefen, der im Profil wie ein Faden sich ausnahm. Dieselben Zellen beobachte ich auch an der gleichen Stelle beim Auerhahn, und nachher bei der Schnecke werden sie noch einmal zur Sprache kommen. Diese Verschiedenheit des Epithels, sowie die ganze beschriebene Bildung ist wohl bei allen Wirbelthieren die nämliche; was wenigstens das Epithel betrifft, so sagen alle meine früheren Aufzeichnungen, dass bei Säugern, Vögeln, Reptilien und Fischen die Zellen in der Umgebung der Nervenausbreitung einen gelbkörnigen Inhalt besässen und dadurch von dem hellen Epithel, wie es sonst die Ampullen und die Gänge auskleidet, bedeutend abstechen. Noch jüngst sah ich an der

Ampulle eines Aales, von welchem ich den lebenden Kopf in doppelt-chromsaures Kali gelegt hatte, dass das Epithel zunächst der Nervenendigung in lange haarähnliche Fortsätze ausgeht, gleichsam in kolossale Wimpern. Je eine Zelle setzt sich in ein Haar fort.

Fig. 141.



Epithelzellen aus der Ampulle und der Schecke.
a aus der Ampulle des Aales vom nerventragenden Vorsprung, b aus der Scknecke der Taube im frischen Zustande, c dasselbe in verschiedener Ansicht, d dasselbe nach eintägigem Aufenthalt in doppelt-chromsaurem Kali. (Starke Vergr.)

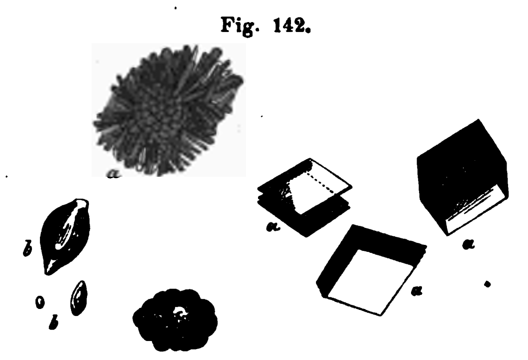
Bei den Cyklostomen allein unter den Wirbelthieren wimpert das Epithel des Ohrlabyrinthes und die Cilien übertreffen an Stärke alle anderen Flimmerhaare im Bereiche der Wirbelthiere. Es sitzt immer auf einer Zelle ein Wimperhaar (nach *Ecker*) mit gablig getheilter Wurzel auf. Das Haar zerfällt, wenn man es nach vorhergegangener Aufbewahrung in Chromsäure mit Natron behandelt, und presst in steife Fasern.

Der Nerv, welcher an die Ampulle herantritt, erzeugt, wie schon *Steifensand* (1835) richtig beschrieb, eine Einstülpung der Ampullenwand nach innen und damit den vorhin erwähnten Vorsprung. Der Nervenstamm theilt sich innerhalb der Einbiegung zunächst in zwei Hauptäste, die nach den beiden Seiten auseinander weichen. Nimmt man Rücksicht auf das Verhalten der einzelnen Primitivfasern, so enden sie, blass geworden, in einer kleinzelligen Masse, und ich meine gesehen zu haben, dass die Fasern, was schon *R. Wagner* und *Meissner* für die Fische angeben, eine der kleinen Zellen als Ganglienkugel aufnehmen, aber sie scheinen auch noch darüber hinaus in eine feine Spitze auszulaufen. Der nerventragende Vorsprung ist von einem sehr dichten Blutcapillarnetz durchzogen.

§. 235.

Das Innere des häutigen Labyrinths beherbergt ferner an gewissen Orten die Otolithen, welche niemals fehlen und von sehr mannichfacher Gestalt und Grösse sind. Die der Säuger und Vögel zeigen sich unter der Form kleiner Krystalle, jene der Amphibien sind durchschnittlich grösser, wobei wieder z. B. die Ohrkrystalle des Landsalamanders in ihren entwickeltsten Formen die der Frösche an Grösse übertreffen; die Ohrkrystalle der Landschildkröte stellen, vollkommen ausgeprägt, geschichtete citronenförmige Körper dar. Bei den Selachiern sieht man punktförmige Otolithen, dann grössere citronenförmige Körper, auch Kalkdrusen oder zusammengeballte Klumpen. Es können bei einer und derselben Art verschiedene Formen vorkommen, man findet z. B. in *Scymnus lichia*, als die vor-

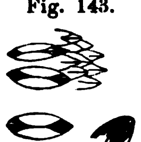
Fig. 142.



Einige Formen von Otolithen.
a von Scymnus lichia, b von Raja batis. (Starke Vergr.)

herrschendste Form, viereckige Plättchen, welche, aufeinander geschichtet, grosse quadratische Körper bilden, daneben sind runde, schalige Otolithen und endlich Drusen mit spiessigen Krystallen. Bei den Rochen ist die gewöhnlichste Gestalt der Otolithen citronenförmig, es giebt aber auch grössere maulbeerförmige Klumpen. Nach Behandlung der citronenförmigen mit Essigsäure schwand der Kalk und es blieb eine rundliche Zelle mit deutlichem Kern zurück. Auch die runden geschichteten Otolithen der *Chimaera* lassen unter denselben Umständen nach Lösung des Kalkes eine helle, organische Masse zurück von denselben Umrissen und ebenso geschichtet, wie der unverletzte Hörstein. Etwas eigenthümlich nehmen sich die organischen Reste der Ohrkrystalle von Vögeln aus, wie ich wenigstens beim Auerhahn sah, dessen Gehörorgan ich einige Tage in doppeltchromsaurem Kali hatte liegen lassen. Sie boten eine mir nicht recht verständlich ge-

Fig. 143.



Die Otolithen des Auerhahnes, nachdem die Schnecke zwei Tage in doppeltchromsaurem Kali gelegen hatte. (Starke Vergr.)

wordene Zeichnung an den beiden Polen dar, die sich in's Innere zog, ausserdem waren sie hell, glatt, ohne Kern; vergl. hierzu beistehende Figur. Die grössten Otolithen, porzellanartig, am Rande häufig gezähnelt, finden sich bei Knochenfischen. — Es wird angegeben, dass bei den Cyklostomen allein unter den Wirbelthieren die Hörsteine mangeln. Mir scheinen diese Thiere keine Ausnahme zu machen, denn man beobachtet bei *Petromyzon Planeri* grössere Conglomerate, die aus kleinen runden Kalkpartikeln zusammengebacken sind und ausserdem noch zerstreut eine Menge solch winziger Otolithen, welche die „Kalkmilch“ vorstellen. Auch *Max Schultze*,

welcher die Entwicklung desselben *Petromyzon* verfolgt hat, spricht ebenfalls von den „Kalkkugeln" und „Otolithen" des Embryo und jungen Thieres (Sitzgsber. d. naturf. Ges. z. Halle, Sitz. v. 12. Mai 1855).

Die helle, klare Endolymphe des Labyrinths hat mitunter bei Fischen dieselbe Consistenz, wie die gleiche Ausfüllungsmasse in den s. g. Schleimkanälen, ja kann selbst wie dort den Charakter einer festen Gallerte annehmen.

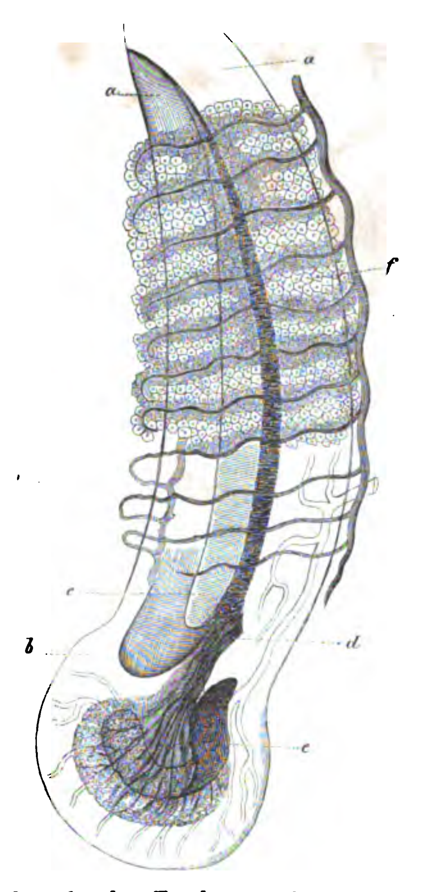
§. 236.

Vom histologischen Bau der Schnecke der Säuger war oben die Rede, ich habe meine Untersuchungen auch auf die der Vögel und Reptilien ausgedehnt. Unter den Vögeln wurde namentlich die Taube, nebenbei auch die Schnepfe, Auerhahn und Kanarienvogel in Betracht gezogen, doch stützen sich aus naheliegenden Gründen die folgenden Mittheilungen vorzüglich auf die Zergliederung der Taube.

Was man mit freiem Auge und geringen Vergrösserungen an der Schnecke der Vögel ermitteln kann, haben vor längerer Zeit *Windischmann* (1831) und *Huschke* (1835) im Allgemeinen richtig beschrieben. Der Knorpelrahmen, welcher an den genannten Vögeln einen vollständigen Ring bildet und, an dem unteren Ende sich verbreiternd und pantoffelartig aushöhlend, die Grundlage der s. g. *Lagena* herstellt, zeigt interessante Eigenthümlichkeiten; im ganz frischen Zustande desselben erblickt man eine streifig-faltige Zeichnung in der Grundsubstanz, die Zellen dazwischen sind ziemlich zahlreich und, wie schärferes Zusehen belehrt, sie sind deutlich verästelt. Setzt man Kalilauge hinzu, so wird die Intercellularmasse homogen und giebt jetzt das Bild eines Hyalinknorpels; ferner erscheint der Knorpelrahmen von zahlreichen Blutgefässen durchzogen, deren Verzweigung man sich mühelos und übersichtlich durch Abpinselung des ganzen Rahmens und Behandlung mit Kalilauge vorführen kann. Ich sehe an jeden Schenkel des Rahmens (bei der Schnepfe) ein Stammgefäss herantreten, das, in den Knorpel eingedrungen, sich zunächst in mehre Längsgefässe auflöst, die wieder in ein kleineres Maschennetz zerfallen (*Windischmann* giebt von der Henne eine etwas andere Verzweigung); eine schöne Ausstrahlung von Blutgefässen macht sich auch im verbreiterten Knorpel der *Lagena* bemerklich.

In dem länglichen Zwischenraume, der zwischen den beiden Schenkeln des Knorpelrahmens bleibt, ist ein zartes Häutchen ausgespannt, das bei der Präparation fast immer an der einen Seite sich loslöst. Dieses Häutchen hat die Beschaffenheit der *Zona pectinata* der Säuger; es ist gefässlos, fein gestreift, die rundlichen Kerne, welche man auf seiner Oberfläche sieht, scheinen einem anderen, noch viel zarteren Häutchen anzugehören, welches der gestreiften Lamelle dicht aufliegt. (Auch an der *Zona pectinata* einer jungen Katze habe ich dasselbe bemerkt.) Wo nun die gedachte streifige Haut an jenen

Fig. 144.



Schnecke der Taube, mässig vergrössert.

a a die beiden Knorpelrahmen, b die Lagena, c die Spiralplatte, d die Nervenentfaltung, e Otolithenmasse, f die gefässhaltige Decke über der Vorhofsfläche des Knorpelrahmens und der Spiralplatte.

Schenkel des Rahmens angrenzt, finden sich eigenthümliche zellige Gebilde von zweierlei Art. Die einen sind ganz analoge Stachelzellen, wie sie von den Ampullen der Vögel und der Schnecke der Säuger schon erwähnt wurden: blasse, rundliche oder kurzcylindrische Zellen, welche dem ersten Anblick nach in einen spitzen Fortsatz sich verlängern, in Wahrheit aber erhebt sich auf der Zelle eine dünne Membran, die eben im Profil wie eine dicke Borste sich ausnimmt. Man denkt unwillkürlich an undulirende Membranen, allein ich konnte (die Theile aus dem noch warmen Thier genommen und mit *Humor aqueus* befeuchtet) keine Spur einer Bewegung erblicken. An Wimpercilien wird man ferner noch dadurch erinnert, dass nach eintägigem Aufenthalt in doppeltchromsaurem Kali der

membranartige Anhang der Zelle deutlich in 3—4 Einzelhaare sich zerspalten zeigt (vgl. Fig. 141, d). Solche Zellen kleiden auch die *Lagena* aus. Die anderen, zwischen den beiden Schenkeln des Knorpelrahmens vorkommenden zelligen Gebilde sind die zartesten Theile des Gehörorganes, denn während noch alle anderen Bildungen verhältnissmässig wohl erhalten zugegen sein können, sind dieselben oft schon ganz unkenntlich geworden, und ich bin auch trotz aller Mühe nicht in's Reine mit ihnen gekommen. In ganz frischem Zustande (unter Zuckerwasser und mit Vermeidung eines Deckglases untersucht) präsentiren sie sich wie äusserst blasse, gallertige, cylindrische Zellen und an Chromsäurepräparaten heben sie sich gerne im Zusammenhang als hautartige Lage ab, wo alsdann auf der Fläche der Haut anscheinend helle Lücken zwischen den, die Haut zusammensetzenden Theilen gesehen werden.

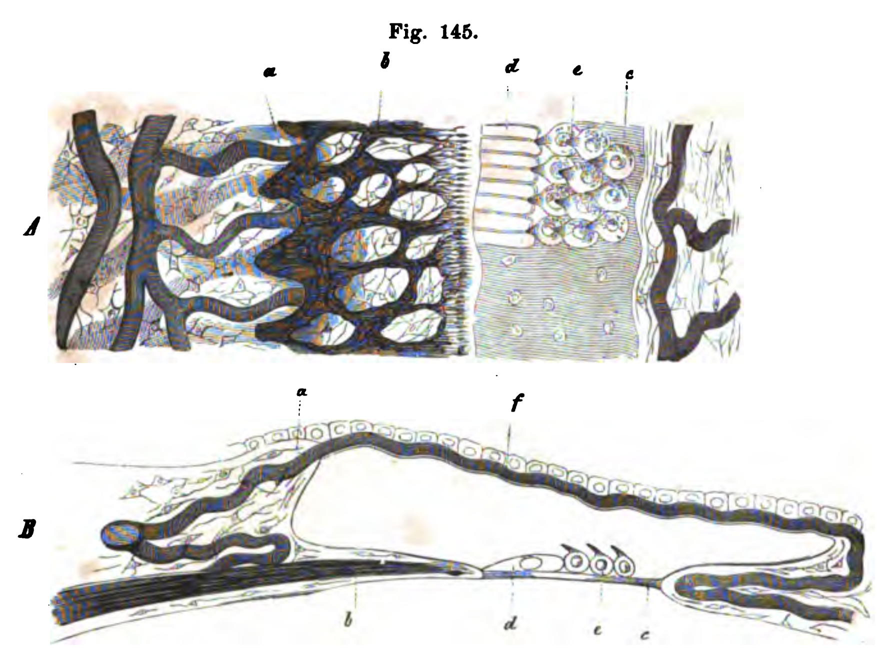
Der Schneckennerv tritt an den einen Schenkel des Knorpelrahmens heran, um in ihm, sowie in der *Lagena* zu enden; bei den Säugethieren blieb es mir unklar, ob der *Nervus cochlearis* die *Lamina spiralis ossea* verlässt; hier bei den Vögeln geht er gewiss nicht über das Knorpelstratum hinaus, sondern nachdem er in reiche *Plexus* sich entfaltet hat, gelangen die blass und fein gewordenen Fibrillen an den homogenen dünnen Rand des Knorpels, an den die gestreifte Lamelle sich ansetzt, und die Fasern laufen äusserst zart aus, nachdem sie kurz zuvor eine kleine Anschwellung entwickelt haben, die ich auf eine winzige Ganglienkugel beziehen möchte.

Ueber den Knorpelrahmen und die dazwischen gespannte Haut sammt den eigenthümlichen zelligen Körpern wölbt sich, ein Dach bildend, eine Haut, die *Windischmann* Membrana vasculosa nennt. Sie erscheint in zahlreiche Querfalten gelegt und besteht aus einem zarten bindegewebigen, die Gefässe tragenden Stratum und einem Epithel (die *Materia pulposa* bei *Windischmann*), das Aehnlichkeit mit dem der *Plexus choroidei* des Gehirns hat: die Zellen haben einen dichten gelbkörnigen Inhalt, auch mitunter einige grössere Fetttropfen. Die Blutgefässe dieser Haut stehen deutlich mit denen der Knorpelrahmen in Anastomose, und namentlich ist hervorzuheben, dass an der Spitze der von *Huschke* entdeckten Zähne des die Nervenendigungen einschliessenden Knorpelschenkels je ein Gefäss heraus- und in die *Membrana vasculosa* übertritt.

Die Otolithen in der *Lagena* bilden keineswegs einen unregelmässig zusammengeschobenen Haufen, sondern, wie die Fig. 144, e zeigt, einen bandartigen gekrümmten Streifen.

Vergleicht man den mikroskopischen Befund der Schnecke der Vögel mit dem von den Säugern gemeldeten, so scheint mir eine grosse Analogie unverkennbar zu sein. Die Zähne am Rand des einen Knorpelschenkels etwas nach rückwärts von den Nervenenden können den „Zähnen erster Reihe“ in der Schnecke der Säuger gleich-

Fig. 145.



A Vorhoffläche der Spiralplatte sammt Knorpelrahmen der Taube.
B Die Spiralplatte und Knorpel im senkrechten Schnitt.
a die Zähne des inneren Knorpels, b die Endplexus des Schneckennerven, c Zona pectinata, d die gallertigen Zellen, e die Stachelzellen (beide zusammen das Analogon des Corti'schen Organs), f die Membrana vasculosa.

gesetzt werden, die gallertigen Zellen entsprechen vielleicht den schlangenförmig gekrümmten Zellen, und die mit dem membranartigen Anhang sind dieselben, wie sie oben von Säugern beschrieben wurden. Das Dach, welches die *Membrana vasculosa* erzeugt, findet sein Aequivalent in der schon von *Corti* gekannten Membran, welche die *Habenula denticulata* bedeckt.

§. 237.

Die Schnecke der *Lacerta agilis* ist wegen ihrer Kleinheit bezüglich des topographischen Verhaltens der sie zusammensetzenden Theile sehr schwer zu untersuchen und nur die Annahme, dass bisher ausser der von *Windischmann* gelieferten Abbildung (aus *Lacerta ocellata*) keine andere bildliche Darstellung existirt, bestimmt mich zur Mittheilung der Figur 146. Die Schnecke hat einen inneren, einen ovalen Ring bildenden, gelblichen Knorpelrahmen, der, wie bei den Vögeln, von Blutgefässen durchzogen wird, dazwischen ist auch eine gestreifte *Zona* ausgespannt, aber, wie es mir vorkam, nicht geschlossen, sondern durchbrochen, und da der Knorpelring einfach quer gestellt scheint, so würde der vor dem Rahmen liegende Hohlraum mit dem hinter ihm befindlichen durch die Oeffnung der gestreiften Lamelle communiziren. Das Epithel der *Lagena*, welch'

Fig. 146.



Schnecke von Lacerta agilis.
a der Knorpelrahmen, b die Lagena mit der Otolithenmasse, c der Nerv

letztere mit Otolithenmasse angefüllt ist, hat einen körnigen Inhalt und, wie ich zu sehen glaube, auch kurze Stachelfortsätze; in der Nähe des Knorpelrahmens ist es ebenfalls von granulärem Inhalt, doch anders als in der *Lagena,* an der übrigen Wand der Schnecke hat es eine zarte blasse Beschaffenheit. Die Fasern des *Nervus cochlearis* gehen in zwei Hauptstämme auseinander, nachdem sie durch bipolare Ganglienkugeln unterbrochen wurden; ein Stamm geht zur *Lagena* und einer zum Knorpelrahmen, wobei er sich gabelnd um den einen Bogen herumkrümmt. Wo und wie die Endigung dieser Fasern statthat, ist mir ganz unbekannt geblieben.

Da man bisher den Batrachiern eine Schnecke ganz abspricht, so kann ich nicht unerwähnt lassen, dass ich auch bei *Rana* und *Bombinator* eine, einem Knorpelrahmen analoge Bildung wahrnahm, auf welche ich die Aufmerksamkeit hiermit gelenkt wissen möchte.

§. 238.

Im Rückblick auf den *Nervus acusticus* sei noch bemerkt, dass er bei allen Wirbelthieren bipolare Ganglienzellen in seinem Stamm hat;

weiterhin, im Labyrinth angelangt, formirt er *Plexus*, die Fibrillen theilen sich auch wohl (am Frosch, Stör und *Chimaera* beobachtet), endlich werden die Fasern blass, verschmächtigen sich bedeutend und hören zuletzt wahrscheinlich allgemein mit terminal aufsitzenden Ganglienzellen auf, jedoch so, dass die Zelle sich noch in eine feine Endspitze faserartig auszieht.

Es wurde früher vielfach beschrieben und abgebildet, wie die Fasern des Hörnerven in doppelt conturirten Terminalschlingen enden sollten. Im Gegensatz hierzu habe ich in meinen verschiedenen Mittheilungen über die Histologie der Fische immer ausdrücklich hervorgehoben, dass die Nervenfibrillen da nicht enden, wo die scheinbaren Schlingen sind, sondern dass sie darüber hinaus sich als feine blasse Fasern fortsetzen, deren eigentliches Ende ich mir nie vorführen konnte. *R. Wagner* hat gezeigt, dass die letzten Endfäserchen des *Acusticus* sich in Anhäufungen von Ganglienkugeln verlieren, welche an den Enden der Fäserchen, wie Birnen an ihren Stielen sitzen (Götting. Nachr. 1853). Mir scheint nach Untersuchungen, welche neueren Datums sind, als die oben §. 184 erwähnten, dass noch jenseits der terminalen Ganglienkugel ein faseriger Ausläufer vorhanden sei.

Die Untersuchung der Schnecke der Vögel und der unteren Wirbelthierklassen, namentlich wenn es sich um die Lagerung der Elementartheile handelt, ist sehr misslich und würde einen grossen Aufwand von Zeit und Mühe erfordern. Von der Spiralplatte der Vogelschnecke meldet *Claudius* (a. a. O.), dass er bis jetzt von einem Corti'schen Organ noch keine Andeutung gesehen habe, welche Angabe durch die obigen Mittheilungen in etwas berichtigt sein dürfte.

Dreiundzwanzigster Abschnitt.

Vom Ohr der Wirbellosen.

§. 239.

Ohr der Weichthiere.

Das Gehörorgan der Würmer und Mollusken hat die Construktion einer Blase mit eingeschlossenen Otolithen und sitzt entweder den Nervencentren auf oder ist am Ende von eigenen Hörnerven angebracht. Hat das Organ eine solche Grösse erreicht, um weiter analysirt werden zu können, so unterscheidet man als Theile, welche in den Bau der Ohrblase eingehen: Bindesubstanz, Epithelzellen, flüssige Ausfüllungsmasse und die Otolithen. Die Bindesubstanz bildet das Gerüst des Organes, sie ist bei *Cyclas cornea* geschichtet und hat concentrisch gelagerte Kerne, nach innen zu geht sie wahrscheinlich allgemein in einen festeren Grenzsaum, man könnte sagen, in eine *Tunica propria* aus. Bei *Paludina vivipara* ist das äussere lockere Bindegewebe der Ohrblase aus grossen hellen Zellen zusammengesetzt, wie sie auch sonst in diesem Thiere einen guten Theil des Bindegewebes ausmachen; in manchen dieser Zellen ist Kalk abgelagert, auch ist diese Umhüllungsschicht bei manchen Individuen mit schwarzem Pigment besprengt. (Aehnliche Pigmentirung bei *Cymbulia*.) — Das

Fig. 147.



Gehörorgan von Cyclas cornea nach Essigsäurebehandlung und bei starker Vergrösserung.
a die bindegewebige Hülle, b deren scharfe Grenze nach innen (Tunica propria), c Flimmerzellen, d Rand des Ganglions, welchem das Gehörorgan aufsitzt.

Epithel, welches die Innenfläche der Ohrblase überzieht, besteht entweder aus kleinen Zellen (*Paludina vivip.* z. B.), oder die Zellen sind gross, breit mit feinem, blasskörnigem Inhalt (z. B. *Cyclas*, *Helix*, *Ancylus*); in anderen Arten haben sie eine cylindrische Gestalt, so stellen sie z. B. bei *Unio*, *Anodonta* lange, schmale Zellen vor, mit gelbkörnigem Inhalt gefüllt. Bei *Carinaria, Pterotrachea*, *Firola* erscheint die Mehrzahl der Zellen platt oder springt nur wenig in den Hohlraum der Blase vor, andere ragen papillenartig in's Innere des Ohres hinein. Die Epithelzellen scheinen ferner entweder cilienlos zu sein (ich konnte wenigstens bei *Paludina* keine bemerken) oder, was häufiger der Fall ist, sie sind mit Wimperhaaren versehen, und diese scheiden sich wieder in sehr feine (so bei *Cyclas*, den Najaden, den Gasteropoden) und in dicke, borstenartige, wie sie bei den Heteropoden vorkommen; bei *Atlanta* geht jede Zelle in einige lange, starre Cilien aus, bei *Carinaria*, *Pterotrachea*, *Firola* tragen nur die papillenartig

Fig. 148.

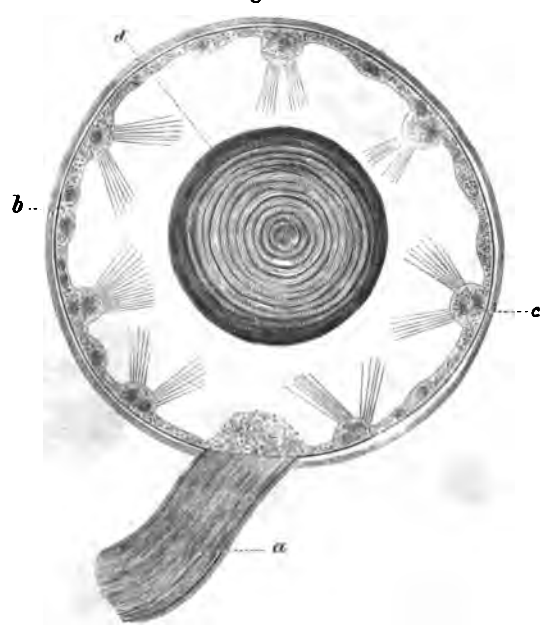
Gehörorgan von Unio. (Starke Vergr.)
a der Nerv, b bindegewebige Membran der Ohrblase, c die Flimmerzellen, d der Otolith.

vorspringenden Zellen die Wimperbüschel. — Das Epithel der Ohrblase von Cephalopoden wimpert gleichfalls.

§. 240.

In der Flüssigkeit, welche die Ohrblase prall erhält, schweben die Otolithen. Die Heteropoden, Acephalen und Turbellarien haben einen einzigen Hörstein, eine grössere oder kleinere glashelle oder leicht gelbliche Kugel, aus Kalksalzen und einer organischen Grundlage bestehend. Der Otolith ist gewöhnlich concentrisch gestreift, ausserdem auch noch mitunter mit radiären Strichen versehen. Der einfache Otolith einiger Turbellarien (der Arten von *Monocelis*) hat noch zwei seitlich ansitzende Höcker. Die Ohrblase der Quallen (?), der Anneliden (*Arenicola*, *Amphicora*), der Gasteropoden und Pteropoden umschliesst zahlreiche kleine Ohrkrystalle (bei *Cymbulia* ein maulbeerförmiges Häufchen von Kalkconcretionen). Bei den Cephalopoden sind die Kalkprismen zu einem einzigen Otolithen verbunden, dessen Conturen sehr wechseln und meist einen Körper von unregelmässiger Gestalt vorstellen.


Fig. 149.



Gehörorgan von Carinaria.
a der Nerv, b das Epithel, c die Papillen mit den Wimperbüscheln, d der Otolith.

§. 241.

Sowohl an *Paludina*, als auch am Ohr der *Carinaria* suchte ich zu ermitteln, wie der Hörnerv in der Ohrblase endet, habe aber dabei nichts von spezifischen Elementartheilen bemerkt. Der Nerv hat ein homogenes Neurilem, das unmittelbar in die äussere binde-

gewebige Haut der Ohrblase übergeht, der Inhalt des Sehnerven ist eine feinstreifige Substanz, und stellt man bei passender Lage des Objektes den Fokus gerade auf das innere Ende des Nerven innerhalb der Ohrblase ein, so sieht man nichts weiter, als dass er sich feinpulverig auflöst. *Gegenbaur* war nicht glücklicher, doch bemerkt er, dass das feinkörnige Ende des Nerven in das Lumen der Blase eine Hervorragung bildet, was auch auf der von mir früher gelieferten Zeichnung ersichtlich ist. — Endlich ist noch des Vorkommens von muskulösen Elementen am Gehörorgan zu erwähnen. Bei *Paludina vivip.* lösen sich von der Muskulatur des Fusses mehre Bündel ab, welche in einem Geflecht die Ohrkapsel überziehen und nach *Leuckart* treten auch an das Gehörorgan der *Firola* Muskelfäden.

§. 242.

Ohr der Krebse.

Aus der grossen Abtheilung der Arthropoden kennt man bis jetzt bloss ein Gehörorgan bei einer Anzahl von Krebsen und einigen wenigen Insektengattungen. Das Ohr der Krebse liegt in der Regel im Basalgliede der innern Antennen und erscheint entweder als eine blasenförmige Einstülpung der Haut der Antennen nach Innen, so dass die Ohrblase durch eine spaltförmige Oeffnung mit der Aussenwelt zusammen hängt (*Astacus, Palinurus, Pagurus u. a.*), oder die Ohrblase ist abgeschlossen (*Leucifer, Mastigopus, Hippolyte*). Was den feinern Bau angeht, so scheint die Wand des Ohrbläschens nur eine homogene Chitinhaut (ohne Epithel) zu sein, die als Einstülpung von der äussern Haut her auch bei Offenbleiben des Gehörraumes einen Haarbesatz haben kann, wie es auch sonst an viele Stellen des Hautskelets sich findet (*Astacus z. B.*). Der Otolith ist in den völlig geschlossenen Ohrbläschen ein einziger kugliger Körper, glashell, ohne concentrische und radiäre Streifung, so bei *Mastigopus*; bei *Hippolyte* ist die Oberfläche des Otolithen nicht glatt, sondern von zahlreichen sich durchkreuzenden Furchen durchzogen, die als dünne Risse bis weit in die Substanz des Otolithen hineindringen. Da der Otolith leicht durch Druck in einen Haufen grösserer und kleinerer Concretionen auseinander weicht, so bildet ein solches Verhalten gewissermaassen den Uebergang zu den Hörsteinen der offenen Gehörblasen, welche gewöhnlich einen Haufen kleinerer Kalkkörper vorstellen. Ueber den an das Gehörorgan vom Gehirn herantretenden Nerven liegen noch keine histologischen Mittheilungen vor.*)

---

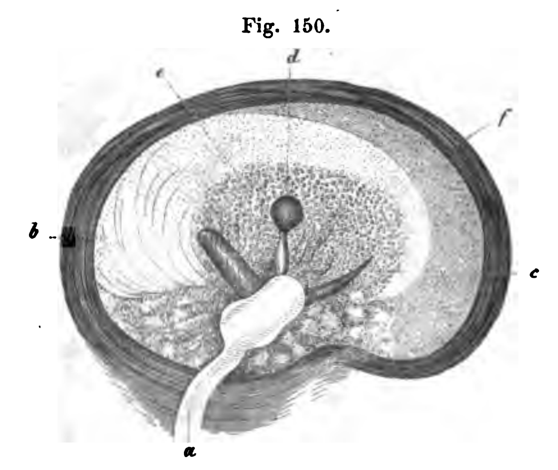
*) Ueber das „Ohr" des Flusskrebses (im Basalglied der Antennen) liessen sich histologischerseits fast Bedenken aussprechen. Es ist mir bis jetzt nicht gelungen, etwas von spezifischen Elementartheilen zu erblicken; die Höhle wird von einer gewöhnlichen porenhaltigen Chitinhaut begrenzt und die sog. Otolithen machen doch ganz den Eindruck von Steinchen, die von aussen hereingekommen sind. Zudem sieht man zugleich mit ihnen in der „Ohrhöhle" allerlei anderen Detritus, Panzer von Bacillarien, Navicularien etc.

§. 243.

Ohr der Insekten.

Nach einem andern Typus als das Ohr der übrigen Wirbellosen ist das Gehörorgan der **Heuschrecken** und **Grillen** gebaut, die einzigen Insekten, von deren Ohr wir mit Sicherheit wissen. Bei den *Acrididen* liegt das Gehörorgan im hintren Theil des Thorax zu beiden Seiten über dem Ursprung des letzten Fusspaares. Hier bildet die äussere Haut einen **festen Ring** in den eine **trommelfellähnliche Membran** eingespannt ist, beide sind demnach chitinisirte Bindesubstanz. An der Innenseite des Trommelfells erheben sich ein **paar Vorsprünge** von characteristischer Form. Ein oberer kleinerer ist ein dreieckiger Knopf mit der Spitze nach unten gekehrt. Er hat ein von zahlreichen Porenkanälen punktirtes und gestricheltes Aussehen. Der untere grössere Vorsprung ist eine Art winklig eingebogene Querspange, deren einer Arm dünn beginnt, und indem er sich nach innen stärker emporwölbt und zahlreiche feine und weite Porenkanäl besitzt, formt er einen dicken Wulst, zu dessen Bildung übrigens auch der andere Arm der Spange, welcher breit und rinnenförmig ausgehöhlt ist, das seinige beiträgt. Dieser mittlere Vereinigungshöcker hat bienenwabenähnliche Räume, von denen ein Theil geschlossen und mit Luft gefüllt ist, ein anderer Theil frei nach innen sich öffnet. Der **Nervus acusticus**, welcher aus dem dritten Brustganglion entsprungen ist, schwillt, indem er sich dem Knopf des spangenartigen Vorsprunges genähert hat, in ein Ganglion an, das (bei *Acridium coerulescens)* etwas pigmentirt ist. Hörnerv und Ganglion haben eine homogene mit einzelnen Kernen ausgestattete Hülle, der Inhalt des Nerven ist eine molekuläre Substanz, in

Fig. 150.



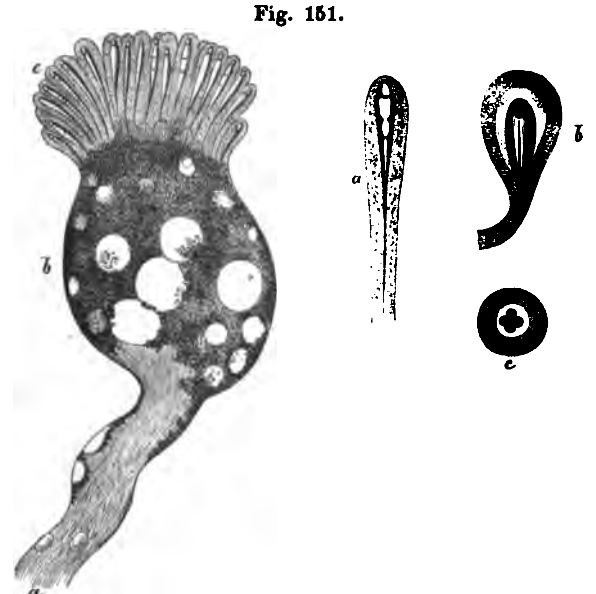
Das Gehörorgan einer Heuschrecke (Acridium coerulescens) bei geringer Vergrösserung von innen betrachtet.

a der Nervus acusticus, welcher mit einem Ganglion endet; b, c, d drei Hornvorsprünge an der Innenfläche des Trommelfells e, wo der Ansatz und die Endigung des Hörnerven Statt hat; f der hornige Rahmen des Trommelfells.

welcher innerhalb des Ganglions kleine und grössere Blasen von hellem Aussehen, sowie echte Kerne liegen, letztere besonders da, wo die Pigmentirung des Ganglions aufhört. Das vordere ungefärbte Ende des Ganglions bietet einen sehr bemerkenswerthen Bau dar.

Es nimmt nämlich, wenn auch in den zartesten Linien, das Aussehen an, als ob die Nervenmolekule in gewisse strangartige Massen sich zusammenfügten, von denen jede, wie der freie Rand beweist, von einer überaus feinen Hülle umgeben ist. Im etwas kolbig erweiterten Ende eines solchen Stranges oder richtiger Schlauches springt ein stäbchenförmiges Gebilde ins Auge, an dem man ein vorderes, wie kappenförmiges Ende von dem eigentlichen konischen Stäbchen unterscheidet. Das Stäbchen scheint hohl zu sein, da die Wand nach innen einige Vorsprünge macht und sein hinteres Ende geht in einen feinen Stift aus, der sich eine Strecke weit in die Molekularmasse zurück verfolgen lässt, bis er selber molekulär zerfallend mit der umgebenden Punktmasse verschmilzt. Die Zahl solcher Stäbchen mag gegen 20—30 in einem Ganglion betragen und die erwähnten areolären Räume an der knopfförmigen Verdickung des

Fig. 151.



Das Ganglion acusticum isolirt und bei starker Vergrösserung.
a der Hörnerv, b die Anschwellung, zum Theil pigmentirt, c die Endigung des Hörnerven, mit eigenthümlichen stabartigen Gebilden.
Dergleichen Stäbchen noch mehr vergrössert.
a von Acridium, liegt innerhalb eines feinkörnigen Nervenschlauches; b von Locusta viridissima, auch hier erscheint es vergleichungsweise als der Kern eines blasig erweiterten Nervenschlauches; c dasselbe von oben angesehen, wo es vierkantig sich zeigt.

Trommelfells dienen zur Aufnahme der schlauchigen Enden sammt Stäbchen des Ganglions.

In einer gewissen Beziehung zum Gehörorgan steht auch eine grosse Tracheenblase, welche durch ihren nach dem Trommelfell gekehrten Theil mit dem Trommelfell selber bis auf die Stelle, wo das Ganglion des *Acusticus* sich an den Hornknopf anlegt, mit dem Trommelfell verwachsen ist. Der Hörnerv sammt Anschwellung liegt demnach zwischen der Haut des Trommelfells und der äusseren Wand jener Tracheenblase; der betreffende Raum ist somit unmittelbare Fortsetzung der Leibeshöhle und theilt mit dieser auch den Besitz der weichen, nicht chitinisirten Hautlage, welche Kerne mit braunem Pigment enthält.

§. 244.

Das Gehörorgan der Lokustiden und Achetiden ist in den Vorderschienen untergebracht, dicht an dem Kniegelenk. Die Haut bildet hier eine Höhle, die nach vorn durch eine Art Trommelfell geschlossen ist, und der Haupttracheenstamm der Vorderbeine erweitert sich an diesem Orte zu einer Blase, an welcher das Ganglion des Gehörnerven herabzieht. Der histologische Befund stimmt im Wesentlichen mit dem über die Acrididen Gemeldeten überein: die vorhin als Nervenschläuche beschriebenen Abtheilungen des Ganglions gehen in deutliche Endblasen aus, die in mehreren Reihen neben einander längs der Tracheenblase sich forterstrecken, wobei sie von oben nach unten an Grösse abnehmen. Aus der Mitte von jeder Endblase des Nervenschlauches leuchtet ein kolbenförmiges, vierkantiges Stäbchen hervor, das noch von einem hellen Raume umschlossen ist. Das mützenartige Ende der Stäbchen ist regelmässig vierlappig, im Einklang mit den vier Seitenkanten. In gleicher Weise verhalten sich die stabförmigen Elemente bei der Feldgrille (*Acheta campestris*), deren Gehörganglion ziemlich stark braun pigmentirt ist.

Ueber den feinern Bau des Gehörorganes der Mollusken haben gehandelt *Leuckart* (zoologisch. Untersuchungen, 1854, Heteropoden), *Gegenbaur* (Pteropoden u. Heteropoden, 1855), *Leydig* (*Paludina*, Ztschr. f. w. Z. 1849, *Carinaria*, *Firola*, ibid. 1851, *Cyclas*, Najaden, Müll. Arch. 1855); über die Gehörwerkzeuge der Krebse s. *Leuckart* im Arch. f. Naturg. 1853, über die der Insekten *v. Siebold*, ibid. 1844, *Leydig* in Müll. Arch. 1855. Da die Präparation des Gehörorgans der Locustiden nicht ganz leicht ist, so füge ich nach neuerdings gemachter Erfahrung bei, dass die zarten Spezies von *Locusta* zu empfehlen sind, um gedachtes Organ *in toto* und verhältnissmässig gut übersehen zu können. Man schneidet das ganze Bein ab und betrachtet es bei verschiedener Lage; die Haut ist durchsichtig genug, um die wasserklaren Endblasen des Nerven mit den eigenthümlichen Stäbchen darin erkennen zu lassen.

Vierundzwanzigster Abschnitt.

Vom Nahrungskanal des Menschen.

§. 245.

Mund- und Rachenhöhle.

Die Verdauungswerkzeuge bilden Höhlen und Kanäle, welche als Einwärtsstülpungen der Körperoberfläche zu betrachten sind und sich in Mund und Schlund, Magen und Darm scheiden.

Die Wand der Mundhöhle wird von einer Schleimhaut gebildet, die ziemlich dick und eine unmittelbare Fortsetzung der äusseren Haut ist, daher wie diese aus einer unteren bindegewebigen Lage (*Corium* der Schleimhaut) und einer oberen zelligen Schicht (Epithel) besteht.

Das bindegewebige Grundstratum, dem zahlreiche elastische Netze eingeflochten sind und die Gefäss- und Nervenausbreitung der *Mucosa* in sich fasst, ist nach den verschiedenen Lokalitäten abwechsend dünner oder dicker. Die freie Fläche geht in Papillen aus und nach unten befestigt sie sich in verschiebbarer oder auch unbeweglicher Weise an die knöchernen und muskulösen Umgebungen. — Die Zellen der Oberfläche setzen ein geschichtetes Plattenepithel zusammen; die untersten Zellen sind länglich und senkrecht auf das *Corium* gestellt, weiter nach aussen nehmen sie an Grösse zu, platten sich ab und die obersten stellen grosse etwas verhornte Plättchen dar mit einem oder mehreren Kernen. Durch die Sprach- und Kaubewegungen werden die äussersten Zellen immer abgehoben und schwimmen frei in der Mundflüssigkeit.

Drüsen.

Die *Mucosa* der Mundhöhle enthält eine grosse Anzahl von Schleimdrüsen, die, wenn sie sich an einzelnen Gegenden sehr ansammeln, als Lippendrüsen, Backendrüsen, Gaumendrüsen, Zungendrüsen beschrieben werden. Die Drüsen gehören zu den traubigen Formen, ihre bindegewebige *Tunica propria* ist eine direkte Fortsetzung des Coriums der Schleimhaut und ihre Sekretionszellen stehen in continuirlichem Zusammenhang mit der Epithellage der *Mucosa*. Es mag auch gleich hier mit erwähnt werden, dass sich die Speicheldrüsen (*Glandula parotis*, *Gl. submaxillaris*, *Gl. sublingualis*) in ihrem Bau nicht wesentlich von den gewöhnlichen Schleimdrüsen unterscheiden, sondern nur massig entwickelte Schleimdrüsen vorstellen. Doch ist das Sekret der *Gl. parotis* klar und flüssig, ohne Schleimstoff, während dieser in den beiden anderen Drüsen enthalten ist. Die Ausführungsgänge der Schleimdrüsen bestehen aus Bindegewebe mit elastischen Fasern, der *Ductus Whartonianus* allein soll auch glatte Muskeln in seiner Wand haben.

§. 246.

Noch kommt in der Mundhöhle eine zweite Art von drüsigen Gebilden vor, die sog. Balgdrüsen der Zungenwurzel und die Mandeln, welche einen ganz anderen Bau und andere Bedeutung als die vorhergehenden zu haben scheinen. Sie stehen nämlich, morphologisch genommen, Lymphdrüsen sehr nahe. Das Bindegewebe der Schleimhaut bildet geschlossene Kapseln oder Follikeln, die in grösserer (Mandeln) oder geringerer Anzahl (Balgdrüsen der Zungenwurzel) beisammen liegen. Auch ins Innere schickt die Kapselwand ein zartes Fachwerk, das die Blutgefässe der Hülle nach innen leitet. Den eigentlichen grauweissen Inhalt der Follikel bilden kleine Zellen und etwas Flüssigkeit. Diese Beschreibung ist nach *Kölliker,* doch findet bereits *Huxley* die geschlossenen Follikeln an den Ausstülpungen der Schleimhaut nicht, und nach *Sappey* müssen geradezu fragliche Drüsen den acinösen beigezählt werden. So sei hier auch bemerkt, dass, wie ich sehe, die Tonsillen der Vögel ganz echte, offne, sackförmige Drüsen sind, die sich in nichts von den übrigen Schleimdrüschen der Mundhöhle unterscheiden, sondern nur sehr entwickelt sind und dicht beisammenstehen.

§. 247.

Die Muskulatur der Zunge, deren Beschreibung der descriptiven Anatomie angehört, ist quergestreift; *Donders* sah auch Theilungen der Bündel und nicht fern von der Spitze an den Zungenrändern die Muskeln in die Basis der Papillen eindringen.

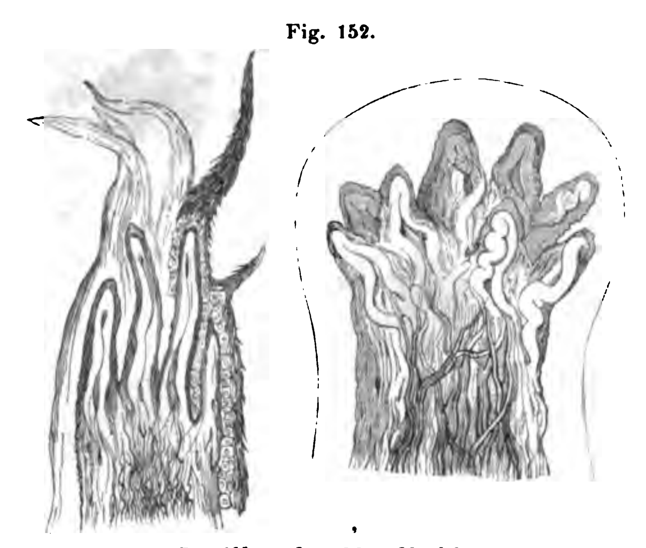
Der sog. Zungenknorpel, welcher mitten im Organ eine nach der Länge gestellte Platte bildet, besteht nicht aus Knorpel, sondern aus dichtem Bindegewebe. Auf dem Zungenrücken entwickelt die Schleimhaut eine Menge von Papillen: die Geschmackswärzchen, welche nach ihrer Form in fadenförmige (*Papillae filiformes s. conicae*) in keulenförmige (*Papillae fungiformes s. clavatae*) und in wallförmige (*P. circumvallatae*) eingetheilt werden.

Zungenpapillen.

Die Papillae filiformes stehen in grösster Anzahl an dem vorderen Theil des Rückens und an den Rändern der Zunge; jener, der Bindesubstanz der Schleimhaut zugehörige Theil derselben ist konisch und geht meist an der Spitze in Erhabenheiten oder kleinere Papillen aus. Ueber die ganze Papille weg erstreckt sich eine dicke Epithellage, die das Eigenthümliche darbietet, dass sie sich am freien Ende der Papille in zahlreiche, haarähnliche Fortsätze auszieht, worauf zuerst durch *Todd* und *Bowman* die Aufmerksamkeit gelenkt worden ist.

Die Papillae fungiformes treten, zwischen die fadenförmigen Papillen eingestreut, in Abständen auf, häufen sich jedoch gegen die Zungenspitze zu, wo sie sehr gedrängt stehen. Ihr bindegewebiger Theil hat eine kolbenförmige Gestalt und lässt noch auf der ganzen Oberfläche kleine oder sekundäre Papillen abgehen. Das Epithel dieser Papillen wuchert nicht in haar- oder pinselartige Fortsätze aus, sondern hat die Beschaffenheit des gewöhnlichen Mundhöhlenepithels.

Fig. 152.



Papillen der Mundhöhle.
Die Papille links stellt eine Papilla filiformis dar; ihre Spitze geht in vier sekundäre Papillen aus, die Epithellage verlängert sich in haarähnliche Fortsätze. Die Papille rechts ist eine Papilla fungiformis mit acht sekundären Papillen; die Bogenlinie um das Ganze versinnlicht die Grenze des nicht gezeichneten Epithels.

Die Papillae circumvallatae weisen eine mittlere, etwas abgeflachte und mit sekundären Papillen besetzte *Papilla fungiformis* auf, die von einem Wall umzingelt ist, welcher die einfache Natur der Schleimhaut hat.

In alle Papillen treten Gefässe und Nerven ein; es verästelt sich in jede Papille hinauf eine kleine Arterie, und entsendet schlingenförmige Ausbiegungen in die sekundären Wärzchen, ein venöses Stämmchen führt das Blut wieder heraus. Anlangend die Nerven, so sind die *Papillae fungiformes* und *circumvallatae* reichlicher damit versorgt als die *Papillae filiformes*. Die Nervenfibrillen, sich da und dort theilend, hören entweder blos fein zugespitzt auf, oder es kommt in den *Papillae fungiformes* der Zungenspitze zur Bildung von Nervenknäueln oder Tastkörperchen. *Funke* sah von den Nervenfasern die feinen, blassen Ausläufer zuweilen in Büscheln ausgehen. Die drei unterschiedenen Papillenformen des Zungenrückens sind übrigens nicht so ganz scharf von einander abgesetzt, indem sich namentlich zwischen den *Filiformes* und den *Fungiformes* zahlreiche Uebergänge finden, ja mitunter zeigen beide Arten eine so geringe Ausbildung, dass das Epithel glatt über sie weggeht und die Zungenoberfläche damit an solchen Stellen die sammtne Beschaffenheit einbüsst.

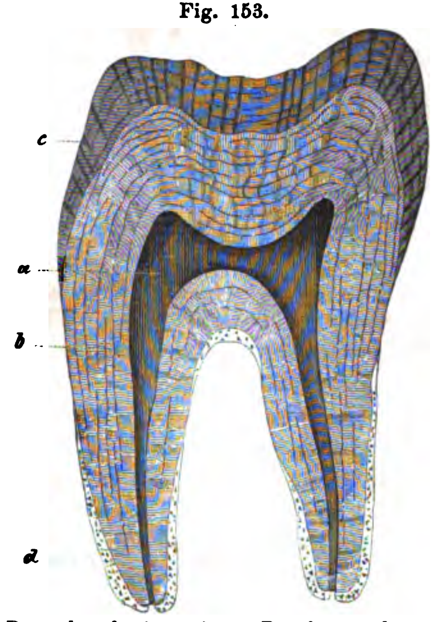
Aus dem anatomischen Verhalten ist der Schluss leicht abzuleiten, dass die physiologischen Leistungen kaum bei allen Wärzchen die gleichen sein können. Die *Papillae fungiformes* darf man als die

eigentlichen Geschmacksorgane ansprechen, sie sind auch mit feinem Tastgefühl ausgestattet, welch beide Eigenschaften wohl nur in weit geringerem Grade den *Filiformes* beigelegt werden können; man ist sogar geneigt, den letzteren bloss eine mechanische Bedeutung für die Fortbewegung und das Festhalten der Speisetheilchen zuzuschreiben.

§. 248.

Die Schleimhaut, welche die Alveolarfortsätze der Kiefer überzieht, erhebt sich in grosse Papillen, die der Hauptmasse nach verknöchern und auf solche Art zu den Zähnen geworden sind. Zähne.

Fig. 153.



Durchschnitt eines Backenzahnes.
a die Höhle für die Zahnpulpe, b das Zahnbein, c der Schmelz, d das Cement.

Man unterscheidet an jedem Zahn die Krone oder den freien Theil und die Wurzel oder den in der Alveole steckenden Abschnitt. Die zwischen beiden liegende und blos vom Zahnfleisch umfasste Partie wird Hals oder Körper genannt. Im Innern der Zähne findet sich eine Höhle, die sich nach unten bei einwurzeligen Zähnen in einen einfachen Kanal, bei den Zähnen mit zwei- bis vierfacher Wurzel in ebenso viele *Canales dentales* fortsetzt, welche an der Spitze der Wurzel mit einer kleinen Oeffnung münden. Die Zahnhöhle wird eingenommen von dem weichen, nicht ossifizirten Rest der Zahnpapille, auch Zahnkeim, *Pulpa dentis* geheissen. Sie besteht aus einem Bindegewebe, das sich durch seine chemischen Reaktionen dem Schleimgewebe nähert und dessen Bindegewebskörperchen nach der Oberfläche der *Pulpa* sehr zahlreich werden, und indem sie sich cylindrisch verlängern und senkrecht stellen, den Anschein eines Cylin- Zahnkeim.

derepithels hervorrufen. Die Zahnpulpe ist sehr gefässreich; die durch die Oeffnung der Zahnwurzel eingetretenen Arterien lösen sich in ein dichtes Netz von Capillaren auf, wesshalb schon für das freie Auge die Pulpe ziemlich roth aussieht. Auch die mit den Gefässen durch die Löcherchen der *Canales dentales* hereingekommenen Nerven steigen gegen die Spitze der Pulpe aufwärts, bilden Geflechte und Schlingen, ohne dass jedoch kaum die letzteren für wahre Endschlingen der Nervenfibrillen gehalten werden dürfen.

§. 249.

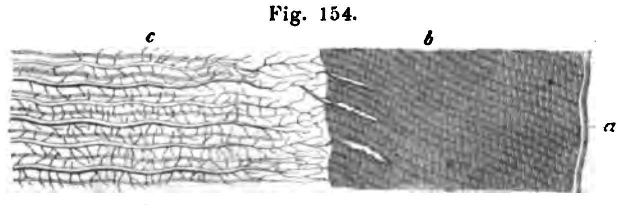
Der harte Theil des Zahnes, welcher gefäss- und nervenlos ist, wird aus drei verschiedenen Substanzen zusammengesetzt. Diese sind: 1) das Zahnbein oder Elfenbein (*Substantia eburnea*); 2) der Schmelz, Email (*Substantia vitrea*); 3) das Cement, Zahnkitt (*Substantia ostoidea*). Zur näheren Charakterisirung Folgendes:

§. 250.

Zahnbein.

Das Zahnbein macht die Hauptmasse des Zahnes aus und begrenzt unmittelbar die Zahnhöhle und den Zahnkanal. Es übertrifft an Härte die Knochensubstanz, hat auf der Bruchfläche einen seiden- oder atlasartigen, schillernden Glanz und eine dem blossen Auge sichtbare concentrische Streifung, welche *Retzius* mit den Jahresringen eines Baumes vergleicht. In chemischer Beziehung ist das Zahnbein dem Knochen nahe verwandt, da es gleich letzterem aus organischer, leimgebender Substanz und Kalksalzen besteht, nur sind die Mengungsverhältnisse der organischen und unorganischen Bestandtheile etwas anders, als beim Knochen. Mikroskopisch untersucht besteht das Zahnbein aus homogener Grundmaterie und zahllosen darin eingebetteten Kanälchen, die man an Zähnen, welche in Säuren ein gewisses Macerationsstadium erreicht haben, von der Grundsubstanz isoliren kann. Die Zahnkanälchen nehmen alle mit offner Mündung ihren Anfang aus der Zahnhöhle und laufen von hier aus strahlig zur Peripherie des Zahnbeines. Sie halten sich dabei untereinander parallel, machen leichte Wellenbiegungen und verästeln sich auf ihrem Wege häufig. Je mehr sie sich der Grenze des Zahnbeins nähern, um so feiner werden sie und um so zahlreicher erscheinen die Theilungen und Anastomosen. Zuletzt enden sie entweder in Schlingen (von *Erdl* zuerst gesehen, dann von *Krukenberg* näher beschrieben und gewürdigt), oder gehen äusserst fein zugespitzt frei aus,

Fig. 154.



Stück eines Schliffes durch den Schmelz und das Zahnbein.
a das Oberhäutchen des Schmelzes, b die Schmelzfasern, c die Kanälchen des Zahnbeins. (Starke Vergr.)

oder sie treten an der Krone in den Schmelz hinein, wo sie lakunenartig erweitert aufhören. Diese „Schmelzspalten“ beschrieb ebenfalls *Erdl* zuerst; man kann zweifeln, ob sie eine normale Erscheinung sind, jedenfalls aber, wie ich von vielen Präparaten her weiss, finden sie sich sehr häufig. An der Wurzel hängen die Kanälchen mit den Ausläufern der Knochenkörperchen im Cement zusammen. Im lebenden Zahn führen die Kanälchen wahrscheinlich eine Ernährungsflüssigkeit, die von den Blutgefässen der Pulpe abgeschieden wird und auf solche Art das Zahnbein durchdringt. An trocknen Zähnen ist nach Verdunstung des Fluidums Luft an dessen Stelle getreten und die Zahnkanälchen sehen jetzt bei Beleuchtung von oben silberweiss, bei durchfallendem Licht schwarz aus.

Fast in jedem Zahnbein existiren noch grössere oder kleinere Höhlungen von unregelmässiger Gestalt, die, weil sie von kugligen Vorsprüngen des Zahnbeins begrenzt werden, Interglobularräume heissen. Die kleinsten können rudimentären Knochenkörperchen sehr ähnlich werden und an der Wurzel zunächst der Grenze häufen sie sich auch wohl derartig, dass sie als „Körnerschicht des Zahnbeins“ beschrieben worden sind. In seltnen Fällen beobachtet man zugleich mit der Anwesenheit von mehr unregelmässigen Zahnkanälchen wirkliche Knochenkörperchen und selbst vereinzelte Havers'sche Räume.

§. 251.

Schmelz.

Der Schmelz überzieht das Zahnbein an der Krone, ist an den Spitzen und Schneiden der Kaufläche am dicksten, verdünnt sich nach unten zu und hört am Beginn der Wurzel mit scharfer Grenze auf. Alle anderen Gebilde des Körpers, auch das Zahnbein übertrifft der Schmelz an Härte und Dichtigkeit, da er am reichsten an unorganischen Bestandtheilen ist, ja fast nur aus solchen besteht.

An fein geschliffenen Plättchen des Schmelzes zeigt sich, dass er aus soliden Säulen zusammengesetzt ist, den sog. Schmelzfasern oder Schmelzprismen. Es sind das polygonale Fasern, dicht nebeneinander gestellt, mit dem einen Ende auf der Oberfläche des Zahnbeines ruhend, das andere nach aussen gekehrt. Alle zeigen eine eigenthümliche Querstreifung, ein Ausdruck der schichtenweise erfolgten Ablagerung ihrer Substanz. Die Schmelzfasern verlaufen im Allgemeinen so, dass jene der Kaufläche des Zahns aufrecht gestellt sind, weiter nach aussen richten sie sich schräg und an den Seitenflächen der Zahnkrone legen sie sich quer. Dabei wird aber der Verlauf in der Art variirt, dass ganze Züge oder Gürtel von Schmelzfasern sich kreuzen und auch noch complizirtere Figuren beschreiben. Es scheint auch, dass in den äusseren Schichten Schmelzfasern sich finden, welche nur zwischen die anderen eingeschoben sind, ohne dass ihr inneres Ende die Oberfläche des Zahnbeines erreicht.

Die freie Fläche des Schmelzes wird von einer *Cuticula* oder dem Schmelzoberhäutchen überdeckt, eine homogene, verkalkte Membran, der man durch chemische Reagentien gar wenig anhaben kann, da der organische Theil dieser Haut sich weder in concentrirten Säuren noch kaustischen Alkalien löst. Genanntes Häutchen hat *Erdl* zuerst mittels Anwendung von verdünnter Salzsäure dargestellt.

§. 252.

Cement.

Das Cement überkleidet die Zahnwurzel, hebt da, wo der Schmelz aufhört, in dünner Schicht an und verdickt sich nach dem Ende der Wurzel. Chemisch verhält sich das Cement wie Knochengewebe, steht auch an Härte dem Zahnbein und Schmelz nach. Mikroskopisch besteht es aus Grundmasse und Knochenkörperchen, erstere erscheint homogen, auch streifig-lamellös und macht, wo das Cement in dünner Lage auftritt, den alleinigen Bestandtheil desselben; sind Knochenkörperchen zugegen, so ist ihre Gestalt und Grösse sehr wechselnd und häufig sind sie von sehr unregelmässiger, wenn man so sagen darf, verzerrter Form. Mit ihren Ausläufern können sich die Enden der Zahnkanälchen verbinden, man trifft auch Knochenkörperchen von so linearer Gestalt, dass sie mit Zahnkanälchen ganz übereinstimmen. In alten Zähnen, wo das Cement oft eine bedeutende Mächtigkeit erreicht, werden auch in ihm Havers'sche Kanäle (Gefässkanäle) beobachtet, die von aussen nach innen dringend, sich mehrmals verästeln und blind endigen.

Die äussere Seite des Cementes wird vom Periost der Alveolen genau umgeben, von welchem anzumerken, dass es einen ungewöhnlichen Reichthum an Nervenfibrillen erkennen lässt.

§. 253.

Zahnentwicklung, Zahnfurche, Zahnsäckchen.

In einer frühen Zeit des Embryonallebens, in der 6. Woche ungefähr, entsteht am oberen und unteren Kieferrand eine Furche, aus der sich die Zahnpapillen der Milchzähne erheben. Da bald zwischen ihnen Septa sichtbar werden, dann auch die Wände der Zahnfurche gegeneinander wachsen, so kommen die Papillen in kleine von der Mundhöhle abgeschlossene Räume oder Zahnsäckchen zu liegen. Wenn die Wälle der Zahnfurchen sich schliessen, entstehen auch die Säckchen für die bleibenden Zähne (Reservesäckchen), die anfänglich ihre Lage über den Säckchen der Milchzähne haben, allmählig aber an die hintere Seite derselben rücken.

Die Umwandlung der weichen Zahnpapille in den knöchernen Zahn erfolgt so:

Die Wand des Zahnsäckchens besteht aus einem gefäss- und nervenhaltigen Bindegewebe, ebenso verhält sich in der Hauptmasse die vom Boden des Säckchens aufsteigende Papille oder der Zahnkeim, der ausgewachsen ganz die Grösse und Gestalt der künftigen Zahnkrone (nach Abzug des Schmelzes) hat. Gegen die Oberfläche zu werden die Bindesubstanzzellen zahlreicher, ihre runde Form geht

über in eine cylindrische und da sie senkrecht und dicht gedrängt stehen, so ahmen sie ein Cylinderepithel nach, über welches weg ein homogenes Häutchen (*Membrana praeformativa*) zieht, die eigentliche Grenze des Zahnkeimes bildend.

Schmelzorgan.

Der im Zahnsäckchen zwischen der Papille und der Wand des Säckchens noch übrig gebliebene Raum wird vom Schmelzorgan (*Organon adamantinae*) eingenommen, das demnach kappenförmig den Zahnkeim oder die spätere Zahnkrone überzieht und zwar gerade so weit, als der künftige Schmelzüberzug sich erstreckt. Das Schmelzorgan besteht aus Bindegewebe und einem Epithel. Wo es mit der Innenfläche der Zahnsäckchenwand sich verbindet, ist das Bindegewebe das gewöhnliche und gefässhaltige, einwärts aber macht Schleimgewebe den Hauptbestandtheil aus, auf dessen innerer Rinde ein Cylinderepithel aufsitzt.

§. 254.

Bildung des Schmelzes.

Hat der Inhalt des Zahnsäckchens (Zahnkeim und Schmelzorgan) die berührte Ausbildung erreicht, so geschieht die Ossifikation. Die Schmelzfasern bilden sich in der Art, dass unterhalb der *Membrana praeformativa* der Kalk schichtenweise, Säulen formend, sich abscheidet. Anfangs ist der Schmelz noch längere Zeit weich und zerreiblich, und erhärtet erst nach und nach. Es ist wahrscheinlich, dass die Epithelzellen des Schmelzorganes gleichwie kleine Drüsen den Kalk durch die *Membrana praeformativa* hindurch unterhalb derselben absetzen, und die Folge davon ist, dass die *Membrana praeformativa* zum sog. Schmelzoberhäutchen wird. Das Zahnbein entsteht in ähnlicher Weise, wie Bindegewebe ossifizirt: die dicht gestellten Bindegewebskörperchen an der freien Fläche der Zahnpapille wachsen in Röhrchen aus, die sich verästeln; erfolgt nun die Kalkablagerung zwischen diese röhrigen Zellenausläufer, so wandeln sie sich in die Zahnkanälchen um. Für das freie Auge macht sich die Ossifikation des Zahnkeimes dadurch bemerklich, dass zuerst an den hervorragenden Spitzen der Papille gleich von Anfang an sehr harte Scherbchen, welche die Spitzen in Form von Hütchen bedecken, sich ablagern. Die Scherbchen vergrössern sich nach der Fläche und in der Dicke, bis die Zahnbeinpapille eine vollständige Kappe von hartem Zahnbein besitzt. Während durch diesen Prozess Schmelz und Zahnbein der Krone ihrer Vollendung entgegen gehen, ist das Schmelzorgan fast geschwunden. Erst jetzt bildet sich die Zahnwurzel aus, indem der Zahnkeim sich verlängert und ossifizirt; ferner verlängert sich zugleich damit in seinen unteren Theil das Zahnsäckchen, und da es sich an die in der Bildung begriffene Wurzel anlegt und gleichfalls ossifizirt, so liefert dieser Theil des Zahnsäckchens das Cement.

Bildung des Zahnbeins.

Bildung des Cementes.

§. 255.

Dem Mitgetheilten zufolge stehen sich die Theile des fertigen Zahnes und des Zahnsäckchens sammt Inhalt in folgender Ordnung einander gegenüber:

Das Schmelzoberhäutchen ist die verkalkte *Membrana praeformativa*, die Schmelzprismen sind geschichtete Kalksäulen, zu denen das Material aus den Zellen des Schmelzorganes kam, das Zahnbein ist die ossifizirte Rindenlage des Zahnkeimes und die Zahnkanälchen stellen röhrig ausgewachsene und verkalkte Bindegewebskörperchen dar, der nicht verknöcherte Rest des Zahnkeimes bleibt als gefäss- und nervenreiche Papille im Innern des Zahnes zurück. Das Cement ist verkalktes gewöhnliches Bindegewebe des unteren Theiles vom Zahnsäckchen, und nach dem Durchbruch des Zahnes verschmilzt der übrige Theil des Zahnsäckchens mit dem Periost der Alveole.

Wenden wir uns nach diesem embryologischen Excursus zurück zu dem Bau des Nahrungsrohres.

§. 256.

Die Schleimhaut des Schlundkopfes, *Pharynx*, hat in der unteren Partie desselben ein geschichtetes Plattenepithel wie die Mundhöhle, der obere oder respiratorische Abschnitt besitzt ein geschichtetes Flimmerepithel. Im bindegewebigen Stratum der *Mucosa* liegen traubige Schleimdrüsen und Balg- (oder Lymph-) drüsen.

Schlund.

Die Schleimhaut des Oesophagus besteht aus einem geschichteten Plattenepithel und dem bindegewebigen, sich in Papillen erhebenden *Corium*, in welches glatte Muskeln, die nach der Länge verlaufen, eingewebt sind und in welchem auch traubige Schleimdrüsen sich finden. Die Schleimhaut verbindet sich nach aussen durch Bindegewebe mit der Muskelhaut, deren circuläre und longitudinale Fasern in der oberen Hälfte deutlich quergestreift sind, nach dem Magen hin aber den Charakter von glatten Muskeln annehmen. Zu äusserst ist der Schlund umgeben von einer bindegewebigen Schicht, die sehr entwickelte, elastische Fasern enthält.

§. 257.

Schleimhaut des Magens. Drüsen.

Während die Schleimhaut des Schlundes ein mehr weissliches Aussehen hat und eine gewisse Derbheit darbietet, ist die in zottenartige Falten sich erhebende Magenschleimhaut sammtartig weich anzufühlen und hat meist eine gelbröthliche Farbe. Uebrigens ist auch die Struktur dieser Schleimhaut eine ganz andere, da sie fast nur drüsiger Natur ist. Die weit überwiegende Mehrzahl der Drüsen bilden die sog. Labdrüsen (Magensaftdrüsen), es sind einfache, blindgeendigte Schläuche, eine dicht an die andere gedrängt, senkrecht nebeneinander stehend. Das blinde Ende erscheint nicht selten etwas kolbig verbreitert, auch gewunden oder getheilt, mit Ausbuchtungen versehen, letzteres namentlich an der *Portio cardiaca*. Erstreckt sich die Theilung höher und vereinigen sich mehre solcher gegabelten Drüsen zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgang, so entstehen die zusammengesetzten Labdrüsen (der Autoren). Die

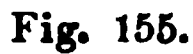
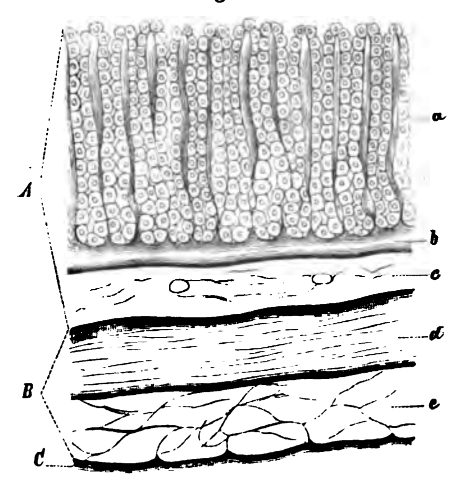


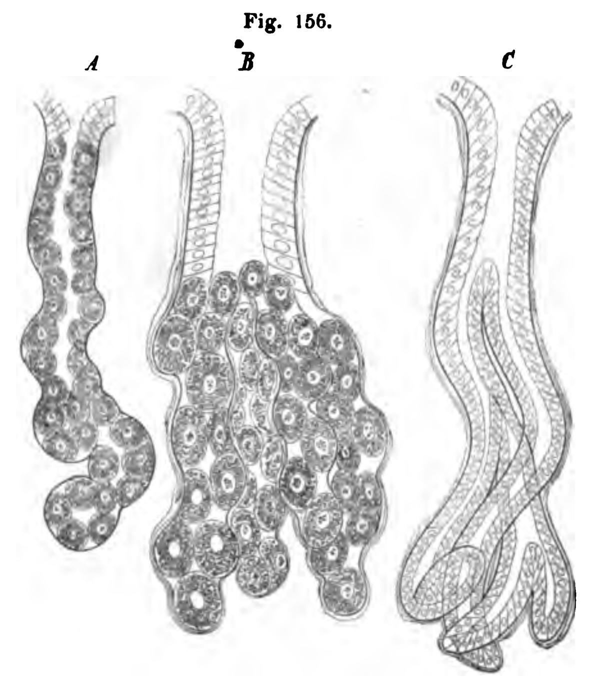
Fig. 155.



Senkrechter Schnitt durch die Magenhäute.

A die Schleimhaut, B die Muskelhaut, C die seröse Hülle.
a die Drüsen, b Muskellage der Schleimhaut, c Bindegewebsstratum derselben, d, e Längen- und Querlagen der Muscularis. (Mässige Vergr.)

Fig. 156.



Magendrüsen, einzeln dargestellt.
a einfache Labdrüse, b zusammengesetzte Labdrüse, c Magenschleimdrüse (mit Cylinderzellen).

Tunica propria der Drüsen wird von der Bindesubstanz der Schleimhaut gebildet und innen, den Drüsenraum meist vollständig ausfüllend, liegen die Sekretions- oder Labzellen, welche rundlich, blass granulär sind und den bei der Verdauung wirksamen Stoff, das Pepsin, bereiten. Die Labzellen stossen in den einfachen Drüsen unmittelbar an das Cylinderepithel der freien Fläche der *Mucosa*, und in den zusammengesetzten an das gleiche Cylinderepithel des Ausführungsgangs. — Am Pylorus tritt in grösserer Menge eine andere Sorte von Drüsen auf, welche anstatt der rundlichen Labzellen mit Cylinderepithel ausgekleidet sind und durch manchfache Spaltungen, Ausbuchtungen und Windungen den traubigen Schleimdrüsen sehr ähnlich werden, auch keine verdauende Wirkung äussern sollen. — Endlich beobachtet man auch da und dort einzelne geschlossene Follikel (oder Lymphdrüsen), die gewöhnlich unter dem Namen linsenförmige Drüsen aufgeführt werden.

§. 260.

Muskeln, Gefässe.

In der Bindesubstanz der Schleimhaut verlaufen um das blinde Ende der Drüsen herum und auch zwischen die Drüsen aufsteigend glatte Muskeln, ebenso ist das Bindegewebe der Träger der Blutgefässe. Feine Arterien dringen zwischen den Drüsen empor und umspinnen mit ihren Capillarnetzen die Drüsenwände. An der Innenseite der Schleimhaut vereinigen sie sich zu grösseren Maschen, von denen jede eine Drüsenmündung ringförmig umgiebt. Erst in diesen geräumigeren Capillaren wurzeln die Venenstämmchen.

§. 261.

Muskelhaut und Serosa des Magens.

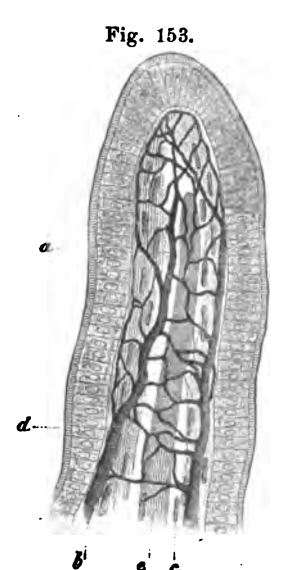
Nach aussen von der Schleimhaut liegt die Muscularis des Magens, sie besteht aus schiefen, ringförmigen und Längsfasern und alle gehören zu den glatten Muskeln. Bemerkenswerth ist, dass die innersten (die schiefen) Muskeln sich zum Theil mit elastischen Sehnen nach *Treitz* an die Schleimhaut ansetzen. Die äusserste Haut des Magens bildet die Serosa, welche aus einem bindegewebigen, elastische Fasern enthaltenden Stratum und einem einfachen Plattenepithel besteht.

§. 262.

Darmzotten.

Die Schleimhaut des Magens entbehrt eigentlicher Papillen, welche hingegen an der *Mucosa* der Gedärme eine ganz besondere Ausbildung erreichen und unter dem Namen der Darmzotten, *Villi intestinorum* bekannt sind. Sie kommen im ganzen Dünndarm (im *Duodenum* und *Jejunum* gedrängter, als im *Ileum*) vor und mangeln im Dickdarm. Als weiche, fingerförmige oder auch platte Fortsätze des Bindegewebsstratums der Schleimhaut ragen sie frei in die Höhle des Darmes hinein und dienen zur Resorption des Chylus. Was den feineren Bau derselben betrifft, so ist ihr Grundgewebe Bindesubstanz, in der glatte Muskeln, hauptsächlich in longitudinaler Anordnung, doch auch quergelagerte sich finden, die mit der Muskulatur, welche der

Fig. 153.



Darmzotte.

a der bindegewebige Theil derselben, b die Gefässe und c die Muskeln, welche in dem Bindegewebsstroma der Zotte liegen, d die Epithellage, e der centrale Chylusraum.

Schleimhaut des ganzen Traktus überhaupt eigen ist, zusammenhängen. Ferner wird jede Zotte von einer oder mehren kleinen Arterien versorgt, die im Aufsteigen ein dichtes Capillarnetz erzeugen, dessen Gefässchen nach der Basis der Zotte hin zu einem ableitenden Venenstämmchen sich vereinigen. Endlich kennt man in den Zotten ausser den Blutgefässen auch Chylusräume, deren Capillaren wohl nichts anderes sind, als verzweigte Hohlräume des Bindegewebes (Bindegewebskörper), in der Achse der Zotte fliessen sie zu einem grösseren Raum, dem „centralen Chylusgefäss", zusammen, das in die tieferen, selbständigeren Chylusgefässe der Schleimhaut übergeht.

Das Epithel der Zellen, wie der Schleimhaut des Traktus im Ganzen ist ein einfaches Cylinderepithel, dessen Zellen in dem vordersten Theil ihrer Wand verdickt sind, was einen breiten, hellen Saum am freien Rande hervorruft und bei ganzen Zellenreihen den Anschein einer die Zellen überdeckenden, homogenen Cuticula bedingt. Von letzterer darf man voraussetzen, dass sie wie bei Thieren (s. unten) von feinen Porenkanälen durchsetzt ist.

§. 258.

Die Schleimhaut der Gedärme besitzt drei Drüsenformen, 1) die *Brunner'schen* Drüsen, 2) die *Lieberkühn'schen* Drüsen, 3) die *Peyer'schen* Follikel.

Darmdrüsen.

§. 259.

Die *Brunner'schen* Drüsen finden sich nur im *Duodenum*, wo sie allerdings ziemlich gehäuft stehen. Es sind dem Bau und der Funk-

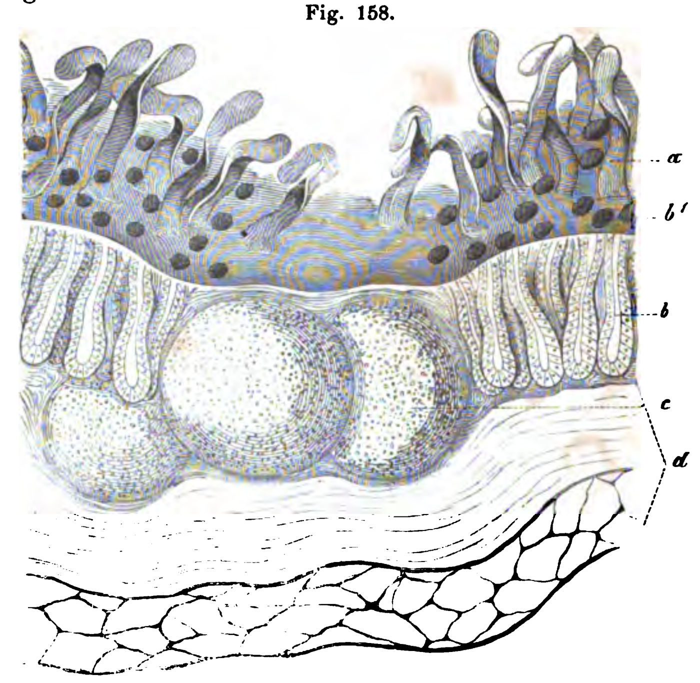
Brunner'sche Drüsen.

tion nach traubige Schleimdrüsen, in nichts verschieden von denen des Schlundes, der Mundhöhle u. a. O.

Lieberkühn'sche Drüsen.

Die *Lieberkühn'schen* Drüsen verbreiten sich in grösster Menge über den Zwölffingerdarm, Dünndarm und Dickdarm, also durch den ganzen Darmkanal. Der Gestalt nach sind es einfache, senkrecht gestellte Schläuche, deren blindes Ende häufig etwas angeschwollen ist. Im Dickdarm nimmt, entsprechend der grössren Dicke der Schleimhaut, ihre Länge zu, überall aber erscheint ihre *Tunica propria* als homogene Grenzschicht der Bindesubstanz der Schleimhaut und die Zellenauskleidungen bestehen aus Cylindern, die in continuirlichen Zusammenhang mit dem Epithel der freien Fläche der *Mucosa* treten. Die Anordnung der Blutgefässe ist dieselbe, wie an den Magensaftdrüsen.

Fig. 158.



Durchschnitt durch die Darmwandungen, wo ein Peyer'scher Drüsenhaufen sich befindet.

a die Zotten, b die Lieberkühn'schen Drüsen, b' die Oeffnungen derselben auf der Schleimhautfläche, c die Peyer'schen Drüsen, d die Schichten der Muskelhaut.

Peyer'sche Follikel.

Was die *Peyer'schen* Follikel angeht, so hat man in der neueren Zeit dargethan, dass es Lymphdrüsen sind, Organe wahrscheinlich zur Bereitung der Lymphkörperchen bestimmt. Sie bestehen aus rundlichen, dicht beisammenliegenden, geschlossenen Bälgen, deren bindegewebige Wand nach innen ein zartes Balkenwerk entsendet; sowohl in der Wand, wie in dem Areolarnetz verzweigen sich viele Blutgefässe; die Maschenräume im Innern des Follikels füllen klein-

zellige Elemente an, wie sie auch in den anderen Lymphdrüsen den Inhalt der Follikel bilden und unter dem Namen Lymphkörperchen bekannt sind. Zahlreiche Chylusgefässe hängen mit den Follikeln zusammen. Im ganzen Darmkanal treten auch diese Lymphdrüsen unter der Form von einzelnen, isolirten Kapseln auf und heissen dann **solitäre Follikel**.

Fig. 150.



Ein Lymphfollikel der Peyer'schen Drüsen; man sieht die Gefässverzweigung im Inneren. (Mässige Vergr.)

§. 263.

Die **Muskelhaut** des Darmes hat wie am Magen nur glatte Fasern. — Auch die **Serosa** hat dieselbe Zusammensetzung wie am Magen. Der Entwicklungsgeschichte sei entnommen, dass das Nahrungsrohr aus dem mittleren und unteren Keimblatt hervorgeht. Von letzterem stammt das Epithel und die zelligen Auskleidungen der Darmdrüsen, das erstere erzeugt die muskulösen Schichten, sowie das gefäss- und nervenführende Bindegewebe.

Auf den Epithelialfortsätzen der *Papillae filiformes* der Zunge wuchert sehr constant eine **Pilzmasse**, welche unter der Form einer feingranulirten Substanz den Epithelzellen aufsitzt; aus ihr, die man für die Matrix des Pilzes anspricht, keimen die Pilzfäden hervor.

Der Neugewinn, den die letzten Jahre für die Histologie des Darmkanales brachten, umfasst besonders folgende Punkte. *Brücke* wies die Existenz eines **Muskelsystems der Schleimhaut** nach und brachte dabei die bei uns unbeacht gebliebenen Beobachtungen von *Lacauchie* über Contractionen der Darmzotten in Erinnerung. Dem Wiener Physiologen verdanken wir ferner die erste richtigere Kenntniss über die Follikel der sog. Peyer'schen *Plaques*, indem wir ihnen jetzt die Bedeutung von Lymphdrüsen beilegen. Die Blutgefässe in deren Innerem entdeckte *Frey*. Auch die Lehre von den **Anfängen der Chylusgefässe** in den Darmzotten hat durch *Brücke* eine Umgestaltung erfahren, jedoch versteht man sich darüber noch nicht recht, auch scheint man theilweise mehr über Wörter, denn über Sachen zu streiten. Entgegen der früheren Annahme von selbständigen Chyluscapillaren im Zottenparenchym nimmt *Brücke* interstitielle Lücken im Parenchym als Chyluswege an, die dann im Achsenkanal der Zotte zusammenfliessen. *Funke* schliesst sich dieser Ansicht insofern an, als er von ungebahnten Wegen spricht, auf denen der Durchgang der Fetttröpfchen erfolgt; nach ihm entstehen bei der Resorption des Chylus in der Zotte Fettstrassen oder Fettströmchen, die nach der Zottenachse convergiren und da zusammentreffen. — Wenn ich oben von Bindegewebskörperchen gesprochen habe, welche anstatt der Chyluscapillaren vorhanden seien, so habe ich damit dieselben Lücken gemeint, welche das Stroma der Zotten

durchsetzen; es soll die angewendete Bezeichnung lediglich die „interstitiellen Lücken" *Brücke's* und die „ungebahnten Wege" *Funke's* unter einen genaueren histologischen Gesichtspunkt bringen. (Siehe unten Lymphgefässsystem.)

Fünfundzwanzigster Abschnitt.

Vom Nahrungskanal der Wirbelthiere.

§. 264.

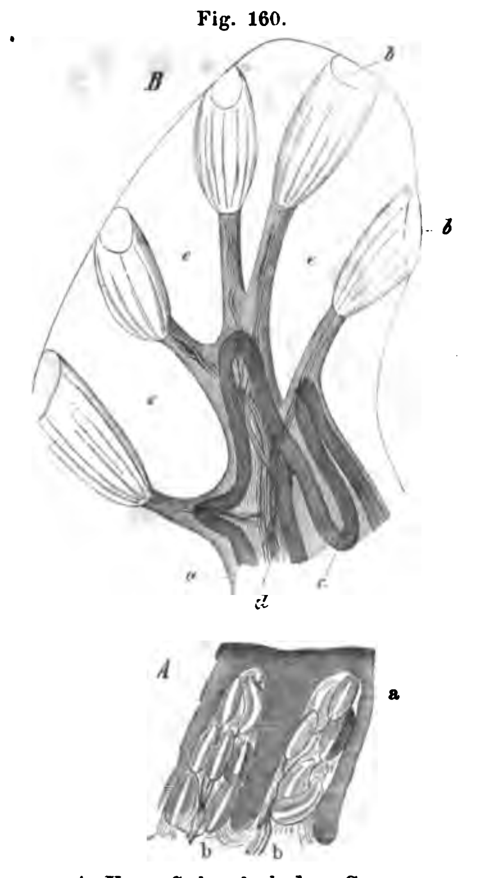
Zum Aufbau des Nahrungsrohres der Säuger, Vögel, Reptilien und Fische werden immer gefäss- und nervenhaltiges Bindegewebe, dann Muskeln und drittens zellige Lagen verwendet. Wie an anderen Orten bildet die *Tela conjunctiva* das eigentliche Gerüste, sie verdickt sich nach einwärts zu einer besonderen Haut, welche als bindegewebiges Stratum der Schleimhaut bezeichnet wird, auf ihr ruht das Darmepithel. Ebenso verdichlet sie sich noch einmal, wenn auch in geringerem Grade, auswärts zu einer besonderen Haut, welche als die Bindegewebsschicht der *Serosa* fungirt und auch diese deckt ein Epithel. Zwischen diesen hautartigen Grenzschichten erscheint sie als Gitterwerk, in dessen Zwischenräumen die contraktilen Elemente zu einer besonderen Haut, der *Tunica muscularis*, angehäuft sind. Und so unterscheidet man darnach die drei Hauptschichten des Nahrungsrohres: 1) die Schleimhaut, welche eine Fortsetzung oder Einstülpung der äusseren Haut nach innen ist, 2) eine Muskelhaut, 3) die *Serosa*.

§. 265.

Mundhöhle und Zunge.

Der bindegewebige Theil der Rachenschleimhaut, welcher öfters bei niederen und höheren Wirbelthieren pigmentirt erscheint, scharlachroth z. B. bei *Dactyloptera*, schwarz bei *Chimaera*, stellenweise beim Hund etc., zeigt meist die Charaktere des gewöhnlichen Bindegewebes mit zahlreichen elastischen Fasern, die z. B. bei Selachiern in den Stämmen oft sehr breit sind und sich fein verzweigen. Bei den eben genannten Fischen sind die Maschen des Bindegewebes mit Gallerte ausgefüllt und die Schleimhaut verdickt sich da und dort, besonders unter dem Zungenrudiment polsterartig. (Auch das submuköse Bindegewebe der Rachenschleimhaut ist bisweilen, *Hexanchus* z. B., sehr mit Gallerte durchsetzt.) Die *Mucosa* ist entweder glatt an der freien Fläche, oder erhebt sich in Papillen und Wülsten. Diese können so gross sein, dass sie schon für das freie Auge sich sehr bemerkbar machen (z. B. bei den Wiederkäuern) und dann tragen sie mikroskopisch noch zahlreiche kleine Papillen, wie ich es z. B. an der Ziege sehe, wo die sekundären

Fig. 160.



A Vom Schnabel der Gans:
a Oberhaut, b Papille des Coriums mit Nerven und Pacini'schen Körpern.
B Eine Schleimhautpapille des Rachens von Leuciscus:
a die Stammpapille, welche sich in fünf Ausläufer zerspaltet, an deren Ende die becherförmigen Organe b sitzen, c Blutgefässschlingen, d Nerven, e Epithel.

Papillen an der Basis des gemeinsamen Kegels am grössten sind und nach aufwärts sich verkleinern; auch *Wedl* meldet, dass die Seitenwand der Maulhöhle beim Kameel grosse Papillen besitze, die „Agglomerate von ungemein feinen Papillen" wären.*) Bei Fischen sind nicht

*) Ich kann nicht umhin, hier eine an *Echidna* gemachte Wahrnehmung nachzutragen. Die Schleimhaut des Gaumengewölbes bildet da bekanntlich mehre Querreihen von spitzen, nach rückwärts gekehrten Papillen; nach Abzug des sehr verdickten Epithels hält man die Zwischenräume zwischen den Papillenreihen für glatt, aber mikroskopisch erscheinen ausnehmend lange und schmale Papillen, die ganz denen ähnlich sind, welche bei den Vögeln an der Zunge vorkommen. Sie schliessen nur eine steile Gefässschlinge ein. — Die Zellen der obersten Lagen des Epithels haben eine eigenthümliche Punktirung, von der sich nicht bestimmen liess, ob sie von Porenkanälen oder von feinen Höckern auf der Oberfläche der Zellen herrühre.

minder die Papillen der Mund- und Rachenschleimhaut oft sehr entwickelt, so dass sie (z. B. beim Stör) nicht im Epithel vergraben bleiben, sondern aus demselben hervorragen und die *Mucosa* selbst für das freie Auge höckerig machen. Diese Papillen tragen, wie an der äusseren Haut, bei Teleostiern und Ganoiden die oben beschriebenen becherförmigen Organe. — Die Bindegewebskörper der *Mucosa* der Rachenhöhle stehen, wie ich beim Landsalamander finde, alle senkrecht auf der Fläche und sind hier ungewöhnlich lang und breit.

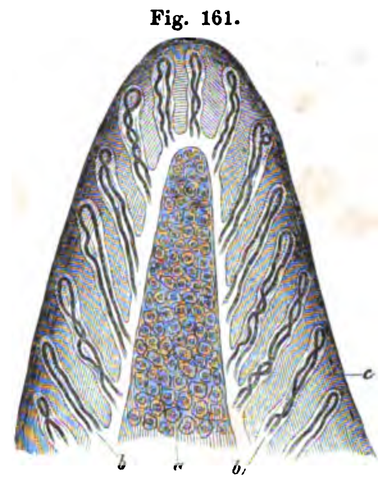
§. 266.

Die Zungenoberfläche ist bald glatt, bald durch Papillen und Leisten uneben, so hat z. B. unter den Sauriern *Lacerta agilis* zierliche Querfalten, deren Kanten sich abermals in kurze Papillen auszacken, bei *Lepostern microcephalus*, *Anguis fragilis* erstrecken sich über die ganze Zunge weg sehr entwickelte Papillen, in deren Innerem fast immer Blutgefässe und Nerven gesehen werden. Die Papillen der Blindschleiche, wie die Falten der Eidechse sind zum Theil (bei der Blindschleiche namentlich an der Zungenspitze) dunkel pigmentirt, wobei das Pigment nur im Bindegewebe der Papillen und Falten enthalten ist und das Epithel ganz frei davon bleibt. Indem die Papillen nach oben sich polygonal gegen einander absetzen, hat bei *Lepostern* die Zunge ein wie getäfeltes Aussehen. Eine besondere Merkwürdigkeit bietet mir noch die Zunge der *Anguis fragilis* dar: man erblickt mit freiem Auge gegen die Zungenwurzel zu gerade in der Mittellinie zwischen den gewöhnlichen Papillen ein weissliches, etwas längliches Höckerchen, das, mikroskopisch untersucht, in seinem Inneren einen echten Knochen birgt. Mir ist vor der Hand aus eigener Anschauung dies das erste Beispiel von einer theilweisen Ossifikation einer Zungenpapille bei den Reptilien. Man sieht in der nicht verknöcherten Partie, die schon an und für sich etwas fester und derber ist, als die übrigen Papillen, schöne Bindegewebskörperchen von derselben Grösse und Form, wie in dem rundlichen, in einige Höcker (es schienen deren drei) ausgehenden Knochenstück. — Die Zunge des Stachelschweines hat eine „schuppenförmige Bewaffnung“, welche *G. Carus* „Knochenschuppen“ heisst. Es wäre angenehm, wenn ein Forscher, dem das Objekt zu Gebote steht, dies prüfen würde, sowie auch die halbkugelförmige, glatte Verdickung, welche nach *v. Rapp* an der Zungenspitze der *Myrmecophaga* sich befindet und vielleicht ebenfalls ein Knochen ist!

Auf der Zunge der Fische und fischartigen Amphibien (Proteus z. B.) mangeln Papillen; in anderen Batrachiern, beim Landsalamander z. B., werden sie durch Fältchenbildung vertreten. Auch bei höheren Thieren giebt es Zungen, welchen die Papillenbildung abgeht. Die Zungenfläche des Delphin z. B. ist schon für das freie Auge glatt und bei mikroskopischer Untersuchung sehe ich unter dem dicken Epithel kaum nennenswerthe hüglige Erhabenheiten des Zungencoriums. Die Zungenschleimhaut kann ferner in sehr lange und schmale

Papillen ausgehen, ohne dass solches äusserlich wegen des dicken Epithels sichtbar wird; dies ist der Fall bei den meisten Vögeln. Beim Auerhahn, der Taube z. B. sind die an der Spitze der Zunge befindlichen und äusserst langen Papillen so schmal, dass gerade eine Blutcapillarschlinge, die bis zur Spitze aufsteigt, darin Platz hat.

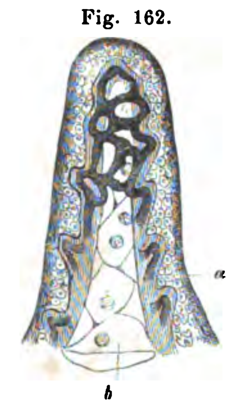
Fig. 161.



Zungenspitze einer jungen Taube auf dem Längenschnitt.
a der Zungenknorpel, b die Papillen der Schleimhaut mit ihren Gefässschlingen, c das dicke Epithel, in welchem die Papillen vergraben sind.

Nerven mangeln in diesen Papillen, aber bei vielen Wasservögeln (s. oben Tastwerkzeuge) sind sie mit Nerven und Pacinischen Körperchen versehen. Bei der Mehrzahl der Säugethiere lassen sich wie an der menschlichen Zunge mehrerlei Papillenarten unterscheiden, was noch einmal bei Fröschen und Kröten wiederkehrt. Hier haben die oben mit seichter Vertiefung versehenen *Papillae fungiformes* ausser den Blutgefässnetzen auch noch Nerven, die *Papillae filiformes* nie Nerven und wenn Gefässe, nur eine einfache Schlinge ohne Ver-

Fig. 162.



Zungenpapille der Testudo graeca.
a das Epithel, b der Lymphraum im Innern der Papille.

zweigung. In den sehr grossen Zungenpapillen der Landschildkröte, welche mit sekundären Wärzchen besetzt sind, findet sich ausser den Blutgefässen noch ein weites Lymphgefäss (vgl. *Leydig*, Fische und Reptil. S. 39).

§. 267.

Zähne. Die Papillen können zu Zähnen umgeschaffen werden auf zweierlei Weise: 1) durch starke Verhornung ihres dicken Epithels; von dieser Art sind die Hornzähne des *Petromyzon*, vielleicht auch die des *Ornithorhynchus* u. a.; 2) durch Verkalkung der Bindesubstanz. Die naturphilosophische Schule hatte schon früher erklärt, man könne sagen, die Fischzähne wären verhärtete und mit Zahnsubstanz überkleidete Wärzchen oder Papillen des Zahnfleisches, Gaumens, der Zunge etc., und die genauere mikroskopische Verfolgung hat gezeigt, dass diese Betrachtung für die ganze Wirbelthierreihe erfahrungsgemäss ist. Ossifizirt bloss das freie Ende der Papille gleichsam kappenartig, so bleibt der Zahn beweglich, greift die Verkalkung tiefer, etwa bis zur Basis der Papille und zum Bindegewebsstratum der Schleimhaut selber, so erscheinen die Zähne, indem die verknöcherte *Mucosa* mit dem darunter liegenden Knochen verschmilzt, als unmittelbare Auswüchse der Knochen, und die Hohlräume im Zahn sind dann die unmittelbaren Fortsetzungen der Markkanäle des Knochens. (Vergl. m. Mittheilungen in d. Zeitschr. f. w. Z. 1854. S. 52 über die Verknöcherung der Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle des *Polypterus*.) Da nun gerade bei Fischen die Schleimhaut der Mundhöhle sich allerorts in sehr starke Papillen erhebt und diese so leicht ossifiziren, so wird dadurch zum Theil verständlich, warum hier zahlreiche Knochen (ausser dem Zwischen- Ober- und Unterkiefer die Gaumenknochen, Pflugschaar, Keilbeinkörper etc.) mit Zähnen ausgerüstet sein können. Bei grossen Exemplaren von *Raja* und *Hexanchus* sah ich auch die Papillen am Gaumengewölbe zu schönen Zähnchen ossifizirt (s. Rochen u. Haie S. 52).

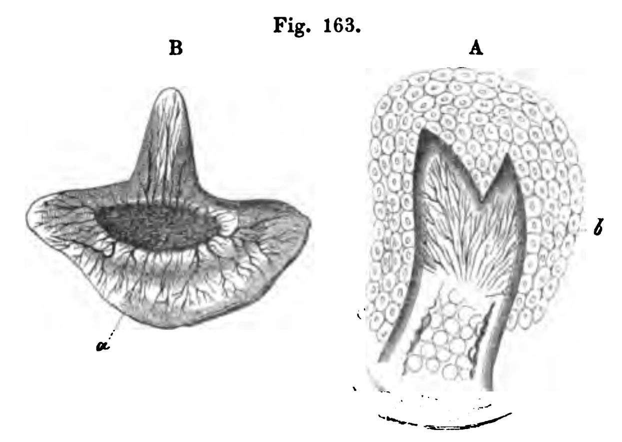
§. 268.

Es werden bei Fischen und Amphibien (mit Ausnahme einiger Saurier nach *Owen*) die verknöchernden Zahnpapillen nie in Säckchen eingeschlossen und zugleich damit fällt auch die Anwesenheit eines Schmelzorganes weg. Die Zähne der genannten Thiere bestehen einzig und allein aus verknöchertem Bindegewebe, d. h. aus dem Zahnbein oder Elfenbein, dessen feine, vielfach verzweigten Kanälchen mit heller Ernährungsflüssigkeit gefüllt sind. Bei vielen Fischen, wo der Zahn ohne Pulpahöhle, also solid ist, wird das Zahnbein von Gefässkanälen durchzogen (*Salmo*, *Perca*, *Cottus*, *Scomber* u. a.). Erhält sich der innerste Theil der ursprünglichen Zahnpapille in unverkalktem Zustande, so hat der Zahn eine weiche Pulpe, die bei Plagiostomen (wie ich bei *Scymnus lichia* sah) nervenlos ist und nur aus Bindegewebe mit Gallertmasse und Blutgefässen besteht. Bei *Tetragonurus*, wo die ganze Mundschleimhaut pigmentirt ist, erscheint

auch die Zahnpulpe pigmentirt. (*Mettenheimer*, anat.-histol. Unters. üb. *Tetragonurus Cuvieri.*)

Schmelz und Cement mangeln den Zähnen der niederen Wirbelthiere. Diese beiden Substanzen gesellen sich zum Zahnbein in den Fällen, wo die Zahnpapillen in Säckchen eingeschlossen waren, was bei einigen Sauriern und den Säugern geschieht, doch wird selbst

Fig. 163.



A Junger Zahn von Salamandra, sich darstellend als verkalkte Papille mit dem Epithelüberzug b.
B Zahn eines Embryo von Torpedo: a die Höhle des Zahnes.

hier bei manchen Zähnen der Säuger (Edentaten, Stosszähne des Elephanten etc.) der Schmelz vermisst, und bei der grossen Mehrzahl der Marsupialien, sowie bei *Sorex*, *Hyrax*, *Dipus* scheint der Schmelz nur eine Modifikation des Zahnbeines zu sein (*Tomes*). Beachtung verdient auch, dass das Zahnbein mitunter, sowie häufig das Cement gefässhaltig ist (Stosszähne des Elephanten, beim Faulthier, Schneidezähne einiger Nager z. B.), und dass (z. B. beim Luchs, Schaf) Knochenkörperchen zwischen den Zahnröhrchen sich finden. Der Schmelz kann noch vom Cemente überzogen sein (Herbivoren, Elephant, Faulthier, Wallross u. a.). Die Schneidezähne der Nager, die Backenzähne der Wiederkäuer sind auch durch ein besonderes Pigment ausgezeichnet. Das gelbe der Nager rührt nach *v. Bibra* von Eisenoxyd her.

§. 269.

Papillen im Schlund.

Die starke Papillarentwicklung, welche die Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle bei den Fischen an den Tag legt, erstreckt sich auch bei einigen Arten auf die *Mucosa* des Schlundes (*Tetragonurus* z. B.), und auch diese Papillen können zahnartig verknöchern (*Rhombus*, *Stromateus*, *Seserinus*). Nicht minder sind seit Langem von *Chelonia* die grossen Papillen im Schlunde bekannt, die sich nach *Rathke* auch bei *Sphargis coriacea* finden. *Otto* (*Carus* u. *O.* Erläuterungstaf. z. vergl. A.) meldet, dass diese grossen Papillen im Schlunde der Seeschildkröten „im Leben einer deutlichen Turgescenz

und Aufrichtung fähig seien." An einem Weingeistpräparate sehe ich nach Abzug des dicken Epithels die einfach conturirte, nicht mit sekundären Höckern besetzte Papille nur von bindegewebiger Natur, selbst ohne elastische Fasern, und auch von Muskeln konnte nichts nachgewiesen werden, wohl aber zeigten sich Spuren zahlreicher Blutcapillaren. Es bleibt demnach noch übrig, an frischen Exemplaren festzustellen, wodurch die von *Otto* beobachtete Erscheinung zu Wege kommt. Sollten etwa im Inneren der Papillen ähnliche grosse Lymphräume sich finden, wie ich dergleichen an den Zungenpapillen der *Testudo* erkannte, und diese sich füllen und entleeren können? — Sonst erscheint die *Mucosa* des Schlundes bei Fischen, Reptilien, vielen Vögeln und Säugern entweder ganz glatt, oder wenn sie sich in Papillen verlängert; so machen diese die Innenfläche des Oesophagus nicht höckerig, sondern bleiben unter dem Epithel versteckt liegen. Bei der Taube z. B. ist die *Mucosa* hier ganz eben, oder entwickelt nur winzige Höckerchen, in welche sich eine kurze Gefässschlinge ausbuchtet; beim Haushahn erblickt man längere Papillen, die indessen bei genauerer Untersuchung nach Entfernung des Epithels durch Kalilauge als dünne, mit Gefässen versehene Faltenzüge erkannt werden. Die Gans hat lange, schmale, aber nicht eben dicht stehende Papillen. — Sehr allgemein ist die Schleimhaut des Schlundes in grössere Längsfalten gelegt, oft netzförmig verbunden (*Cobitis fossilis* z. B.), seltener sind Querfalten, wie man sie bei *Acipenser* (hier mehr warzenartig) oder bei *Trygon pastinaca* sieht, wo die starken regelmässigen Querfalten der gelblichen Schleimhaut selbst wieder runzelig sind. Die Querfalten lassen da nach der Länge eine Strecke frei, die nur kleine, netzförmige Falten hat.

§. 270.

Schleimhaut des Magens

Auch die *Mucosa* des Magens ist gewöhnlich längsgefaltet; die Falten können sehr dicht stehen und zottenartig werden *(Plicae villosae)*, aber eigentliche Papillen mangeln im Magen der meisten Wirbelthiere; nur die verschiedenen Abtheilungen, welche bei den Wiederkäuern vor dem Labmagen liegen, zeigen mannichfach vorspringende warzen- und blattartige Bildungen. (Der Pansen des Huanaco und des Dromedars ist nach *Bergmann* und *Leuckart* ohne die konischen Zäpfchen.) An diesen grossen Papillen wiederholt sich unter dem Mikroskop die Erscheinung, dass ihnen zahlreiche kleinere oder sekundäre Papillen aufsitzen, wie ich deutlich an den Papillen des Pansen vom Reh und Rind nach Abnahme des Epithels sehe; auch die Höcker auf den Falten des Blättermagens gehen mikroskopisch abermals in sekundäre Höcker aus. Der Labmagen ist auch hier von der gewöhnlichen papillenlosen Beschaffenheit.

§. 271.

Schleimhaut des Darms.

Die Schleimhaut des Darmes hingegen zeigt fast durchgängig Zotten und Leisten in mannichfaltigen Uebergängen. Zotten sind

allgemeiner den Säugethieren und Vögeln*) eigen; sie sollen dem Maulwurf fehlen, was ich bestreiten muss, denn man bemerkt im Dünndarm desselben breite, blattartige Zotten, allerdings von etwas zarter Beschaffenheit, aber doch ganz deutlich und mit Gefässnetzen ausgestattet. Im Dickdarm sind bloss die dem freien Auge sichtbaren Falten zugegen. Das Schnabelthier, dem die Darmzotten angeblich ebenfalls mangeln sollen, besitzt sie deutlich im Dünndarm; sie sind hier länger als breit. Zotten fehlen auch manchen Fischen nicht. Bei *Squatina* z. B. finden sich im Darm kurze, warzenförmige, mit der Basis aneinander stossende Zöttchen; bei *Spinax niger* sieht man schöne, lange Zotten, die im Anfang des Klappendarms gross sind und auf der Spiralklappe in Leistchen übergehen, welche schräg treppenartig auf der Oberfläche der Spiralklappe verlaufen und gleichsam sekundäre Spiralklappen nachahmen; bei *Torpedo* erhebt sich die Spiralklappe in Zotten, *Trygon pastinaca* hat an der vorderen Partie der Spiralklappe, welche dünn ist, nur niedrige Fältchen, nach dem hinteren verdickten Ende hin kommt es zu förmlicher Zottenbildung. Dass auch an grossen Zotten die Oberfläche derselben von Neuem in sekundäre Zöttchen sich erheben kann, zeigt der Darm des *Rhinoceros* (vergl. *Mayer* in den Nov. Act. Acad. Leopl. 1854), wo die Zotten zweiter Linie so entwickelt sind, dass die Mutterzotten für das freie Auge wie mit feinen Härchen besetzt erscheinen. Hier ist auch des Elephanten zu gedenken. *G. Carus* giebt in den Erläuterungstafeln z. vergl. Anat. eine vortreffliche Abbildung von der inneren Fläche des Dünndarmes dieses Thieres; die Schleimhaut zeigt einen grossen Reichthum an Falten, „welche in allen Richtungen an der Darmwand sich erheben und oft länger als ein halber Zoll in die Höhle des Darmes hineinragen.“ Doch irrt der genannte Forscher, wenn er sagt: „eigentliche freie Darmzotten giebt es nicht“; ich sehe vielmehr an einem Darmstück (vom Ende des Krummdarmes) unter Wasser schon mit freiem Auge, besser natürlich mit dem Mikroskop, die gewöhnlichen Zotten. Mir scheint, als ob die von *Carus* abgebildeten Falten auch für kolossale Zotten genommen werden könnten, die dann nochmals mit den feinen Zotten besetzt sind. Hervorheben möchte ich auch, dass die fraglichen grossen Falten der *Mucosa*, wenn man sie vorsichtig unter Wasser einschneidet, einen deutlichen Hohlraum zeigen, der zum Theil ganz scharf begrenzt ist und nach unten und seitlich sich in die Alveolarräume des submukösen Bindegewebes verliert. Ich erblicke in diesem Raum das Analogon des Chylusraumes der feinen Zotten, also nur eine Wiederholung mikroskopischer Bilder im Grossen. Die Darm-*Mucosa* des Elephanten hat auch ihre eigene

*) Bei der Gans sieht man die Zotten des Mastdarmes von schwärzlicher Farbe, was von dunklen, in die Substanz der Zotten eingelagerten Klümpchen (veränderte Blutkügelchen?) herrührt.

Muscularis, doch konnte ich nicht mehr bestimmen, wie weit die Fasern derselben in die verschiedenen Vorsprünge mit aufsteigen. — Die Darmschleimhaut der meisten Fische und Reptilien bildet mit ihren Erhebungen Leistchen und Fältchen, die oftmals netzförmig sich verbinden. Im Enddarm (Afterdarm) verliert bei niederen Wirbelthieren die *Mucosa* das zottige, sammtartige und rothgelbe Aussehen, indem sie wieder glatt, weiss und der Innenfläche des Schlundes ähnlich wird.

§. 272.

Epithel des Nahrungsrohres.

Gleichwie das *Corium* der äusseren Haut von der Epidermis überzogen ist, so wird auch die freie Fläche des in seinem mannichfaltigen Verhalten beschriebenen Bindegewebsstratums der Schleimhaut von einem Epithel überdeckt, das nach den Lokalitäten und den Thiergruppen gewisse Eigenthümlichkeiten an den Tag legt.

§. 273.

Epithel des Anfangsdarmes.

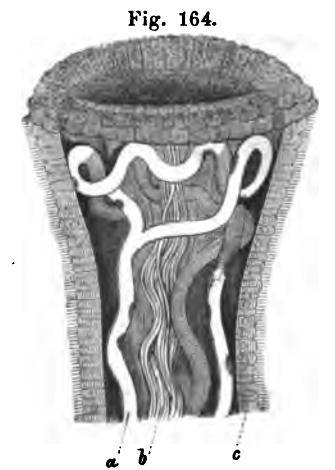
In der Mund- und Rachenhöhle der Säuger, Vögel, beschuppten Reptilien und Fische ist der zellige Ueberzug ein geschichtetes Plattenepithel. Die Plattenzellen können an bestimmten Orten sich anhäufen und stark verhornen, auch pigmenthaltig werden; so verdickt sich das Epithel bei den Säugern zu den s. g. Gaumenwülsten, bei den Vögeln ist da ebenfalls an den Choanen das Epithel sehr stark, zugleich häufig an der Zunge, an den Papillen des Randes der Tonsillen (von *Falco buteo*) schwärzlich pigmentirt; hierher gehören auch die Barten der Wallfische (das s. g. Fischbein). Zwischen den Hornplättchen des Fischbeins, welche durch Kalilauge zu grossen Zellen sich aufquellen lassen, liegt ein eigenthümliches Lückensystem, das von den concentrisch gelagerten Zellen umgrenzt wird. Es sind die Querschnitte grösserer und feinerer Kanäle, in welche stärkere und zarte, lange Papillen der bindegewebigen *Mucosa* hineintreten (vergl. d. Holländ. Beitr. v. *Donders* u. *Moleschott* Bd. I. Hft. 1, und besonders *Hehn-Reichert: de textura et formatione barbae balaenae*, Dorp. 1849). Auch die Kieferscheiden der Vögel und Schildkröten, die Hornscheiden auf den Zungenpapillen mancher Säuger (Fledermäuse, Fleischfresser), wodurch die Zunge sich rauh, wie eine Bürste anfühlt, sind verdickte Epithelialbildungen, doch sind die eigentlichen Geschmackswärzchen bei einzelnen Thieren frei von dieser Bewaffnung. *G. Carus* giebt z. B. eine Abbildung von der Zunge der *Leaena persica* und erklärt dazu, dass hier immer vor den mit starkem Hacken versehenen Papillen noch ein Büschel von weichen, getheilten Geschmackswärzchen sitzt. Es giebt auch, was schon erwähnt wurde, wahre Hornzähne bei Cyklostomen, dem Schnabelthier u. a. Man kennt ferner eine Anzahl von Säugern mit theilweiser Behaarung des Mundes: *Lepus timidus*, *Arctomys citillus*, *Pteromys*, *Hystrix prehensilis*, *Agouti*, *Paca*, *Ascomys canadensis*, *Myrmecophaga didactyla*, *Manis pentadactyla* und *tetradactyla* (*G. Carus* und *Lichtenstein*). Nach *Molin* ist auch die „Zahnplatte" am *Os basilare occipitis* der Cyprinen (*Cyprinus carpio*, *Tinca chrysitis*,

Barbus fluviatilis, Abramis brama, Leuciscus dobula, Chondrostoma nasus) eine Verdickung des Epithels (Sitzb. d. Wien. Akad. 1850).

§. 274.

Abweichend von allen genannten Thierabtheilungen hat die Mund- und Rachenschleimhaut der Batrachier ein geschichtetes Flimmerepithel, wie man wenigstens bei Fröschen, Kröten und Salamandern sieht; doch habe ich beim Proteus vergeblich darnach gesucht, und auch beim Frosch giebt es flimmerlose Stellen. Die Flimmerzellen nämlich, welche die *Papillae fungiformes* der Zunge überziehen, nehmen, am Rande der vertieften Fläche der Papille (s. Fig. 164) angekommen, eine ganz andere Natur an; vorher hell und mit den Flimmerhärchen versehen, verlieren sie, indem sie das quer abgeschnittene, vertiefte Ende der Papille überdecken, ihr helles Aussehen und ihre Cilien, der Inhalt wird feinkörnig und nimmt einen Stich in's Gelbliche an. Bei Batrachiern sieht man auch, dass bereits die Epithelzellen der Rachenhöhle sich in helle scheiden und in solche, welche mit eiweissartigen Kügelchen angefüllt sind.

Fig. 164.



Papilla fungiformis der Froschzunge.
a Gefässe, b Nerven, c das Epithel. (Starke Vergr.)

§. 275.

Epithel des Schlundes.

Das Epithel des Schlundes verhält sich bei drei Wirbelthierklassen, den Säugern, Vögeln und Fischen, wie in der Mundhöhle, d. h. ist ein geschichtetes Plattenepithel, welches zuweilen eine ungewöhnliche Dicke erreichen kann, wenigstens werden, wie ich finde, die harten Vorsprünge oder Warzen, welche man am unteren Ende des Schlundes vom Biber gewahrt, bloss vom Epithel gebildet. Die faltigen Erhebungen des Bindegewebsstratums darunter sind nicht höher als auf der übrigen Schlundfläche. Aehnlich ist vielleicht auch der Bau der vielen rückwärts gekehrten Papillen, welche *Home* vom Ende des Schlundes der *Echidna* beschreibt. — Bei

vielen Amphibien, selbst solchen, welche in der Mundhöhle keine Flimmerung haben, findet sich im Schlunde ein geschichtetes Wimperepithel (beim Grasfrosch, Feuerkröte, Land- und Wassersalamander, Landschildkröte, Eidechse, Blindschleiche, Ringelnatter. Nur beim Proteus habe ich die Cilien vermisst und auch das hornartige Epithel im Schlunde der Seeschildkröte ist ebenfalls flimmerlos). Am Plattenepithel im Schlunde der Vögel fällt mir auf, dass die Zellen Fettpünktchen zum Inhalt haben, die namentlich im Kropfe (z. B. der Taube) sehr zahlreich werden. Wie schon mikroskopisch solche Zellen sehr an die Sekretionszellen der Milch bei Säugethieren erinnern, so darf man gewiss die Erscheinung, dass die Tauben zur Brütezeit einen milchartigen Saft hier absondern, worauf durch *Hunter* (1786) zuerst aufmerksam gemacht worden zu sein scheint, mit diesen fetthaltigen Zellen in Zusammenhang bringen. Sie entsprechen physiologisch den Milchzellen der Säuger.

§. 276.

Epithel vom Magen und Darm.

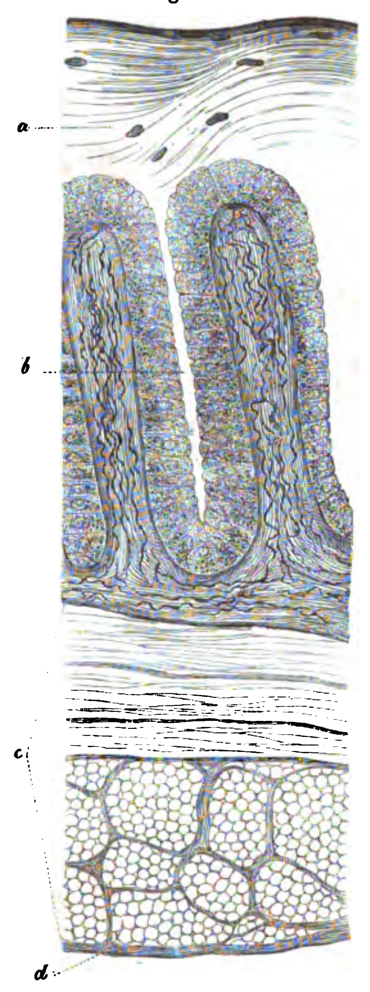
Das Epithel vom Magen und Darm tritt im Allgemeinen als Cylinderepithel auf. (Bei *Cobitis fossilis* besteht das Magenepithel in der tiefer gelegenen Schicht aus Cylinderzellen, während die Zellen der oberflächlichen Lage rund sind. Im Darm der Katze sind nach *Fink* die Epitheliumscylinder an den Spitzen der Zotten beständig höher, als an den seitlichen Wänden.) Das Magen- und Darmepithel wimpert bei Säugern und Vögeln nie, auch nicht im embryonalen Zustande; bei Batrachiern indessen, sowie bei den Selachiern ist es im Fötalleben ein flimmerndes (*Leydig*, Rochen u. Haie) und bei einigen der niedersten Wirbelthiere, dem *Amphioxus* (*Joh. Müller*, *Retzius*) und *Petromyzon* (*Leydig*, Unters. üb. Fische u. Reptil.) behält es zeitlebens das Cilienspiel. *A. Müller* meldet auch jüngst (*Müll.* Arch. 1856), ein Flimmerepithel im Schlunde der jungen *Petromyzonten* wahrgenommen zu haben.

§. 277.

Hornschicht im Muskelmagen der Vögel.

Wenn der Magen bei Säugern ein zusammengesetzter ist, so haben (bei den Wiederkäuern) alle dem Labmagen vorhergehenden Höhlungen ein geschichtetes, ziemlich stark verhorntes Plattenepithel und erst im Labmagen hebt das Cylinderepithel an. Ebenso hat die Cardiahälfte des Magens von Nagern, vom Pferd und vielleicht überall, wo sich eine Theilung in eine *Portio cardiaca* und in eine *Portio pylorica* ausspricht, die erstere das Epithel des Schlundes und die letztere Cylinderepithel. — Sehr merkwürdig verhält sich der Muskelmagen der Vögel. Das Sekret nämlich, welches die Drüsen des Magens absetzen, häuft sich über den Cylinderzellen an und erhärtet meist zu einer derben Kruste, welche fälschlich als „hornartiges Epithel" des Muskelmagens in den Büchern figurirt (meine gegentheiligen Beobachtungen in Müll. Arch. 1854, S. 331, 333). Es können zwar einzelne Zellen mit in das Sekret gerathen sein, aber der Haupt-

Fig. 165.



Durchschnitt durch den Muskelmagen des Reihers.
a die Gallertschicht, das Analogon der sog. schwielig verdickten Epidermis bei anderen Vögeln, b die drüsigen Einsackungen der Schleimhaut, c die Schichten der Muskelhaut, d der bindegewebige Ueberzug des Magens. (Starke Vergr.)

masse nach ist es durchaus nicht ein Epidermisgebilde, sondern eine homogene, geschichtete Substanz, unterhalb welcher erst die Epithel- oder Sekretionszellen der Magendrüsen kommen (vgl. oben Fig. 23). Bei manchen Vögeln, wie ich es z. B. an einem frischen Reiher (*Ardea cinerea*) beobachte, bleibt das Sekret eine helle, gallertige Substanz, zum Theil in Folge der Schichtung von leichtstreifigem Aussehen. Auch einzelne Kerne, wohl von abgestossenen Zellen herrührend, werden in ihr unterschieden. Man darf vielleicht die Frage aufwerfen, ob nicht die glashelle, homogene Schleimschicht, welche man im frischen Magen mancher Säuger über dem Epithel erblickt und in der mehr oder weniger abgestossene Epithelzellen sich finden, nicht eine ganz analoge Bildung

ist? — Von anderer Natur zeigt sich hingegen die „Hornschicht" im Magen der *Echidna*, *Bradypus* und *Halmaturus*. Beim Faulthier, wo ich sie untersuchte, besteht sie aus Lagen sehr abgeplatteter Epithelzellen, welche keinen Kern mehr haben. Dieses dicke, stark verhornte Epithel bildet nicht bloss bei *Echidna* in der Nähe des Pförtners hornige Papillen, sondern auch beim Faulthier sehe ich dasselbe, nur ist zu ihrer Darstellung eine geringe Vergrösserung nothwendig. Auch möchte ich vorbringen, dass die Zellen dieser Hornpapillen ein so eigenthümliches, fein punktirtes Aussehen haben, dass man an das Vorhandensein von feinen Porenkanälen der Zellenmembran denken könnte.

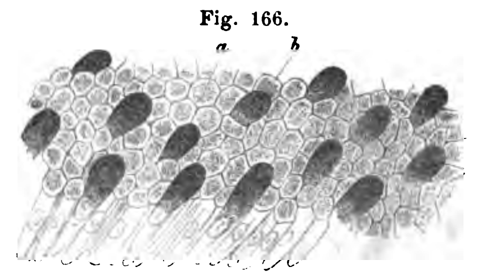
§. 278.

Porenkanäle.

Am Darmepithel wahrscheinlich aller Wirbelthiere (den Menschen mit eingeschlossen) verdienen noch zwei Bildungen Beachtung. Das erste sind die Porenkanäle in der Cuticula des Epithels. Die *Cuticula* nämlich, gewissermaassen die erste Andeutung jener über die Epithelzellen ausgeschiedenen homogenen Lage, welche im Muskelmagen der Vögel ihr Extrem erreicht, ist von feinen, senkrecht stehenden Kanälchen, den Porenkanälen durchsetzt, welche die homogene Cuticularschicht fein streifig und, von der Fläche gesehen, fein punktirt erscheinen lassen. Das andere ist die Anwesenheit besonderer Zellen zwischen den ordinären Epithelzellen. Im Darm der Fische, Reptilien, Vögel und Säuger fallen kolbige oder keulenförmige Zellen auf, die mehr oder weniger prall mit Körnchen erfüllt sind und dadurch von den umliegenden Zellen ohne Weiteres

Schleimzellen.

Fig. 166.



Epithel der Darmschleimhaut eines Weissfisches.
a die gewöhnlichen Cylinderzellen, b die Schleimzellen. (Starke Vergr.)

abstechen. Es sind dieselben Zellen, welche sich auch in der Epidermis der äusseren Haut von Mollusken (*Paludina vivipara* z. B.) finden, deren äussere Haut ja auch sonst an die Schleimhäute gemahnt. Ich glaube annehmen zu dürfen, dass wir in diesen kolbigen Zellen das Analogon der „Schleimzellen" vor uns haben. Die beiden Zellenarten scheinen nur in der Form verschieden und diese wieder abhängig zu sein von der Spezies des Epithels, in welche sie eingestreut sind. Daher hat das plattzellige Epithel in der Mund- und Rachenhöhle bei Fischen die dem Runden sich nähernden „Schleimzellen"; und auch im Magenepithel von *Cobitis fossilis*, wo, wie erwähnt, die Zellen der oberen Schicht rund sind, begegnen wir ebenso

geformten „Schleimzellen." Im Cylinderepithel des übrigen Traktus aber, in Uebereinstimmung mit den umgebenden Zellenformen, haben sie sich in die berührten kolbigen oder keulenförmigen Zellen mit granulärem Inhalt umgewandelt.

§. 279.

Epithel des Enddarmes.

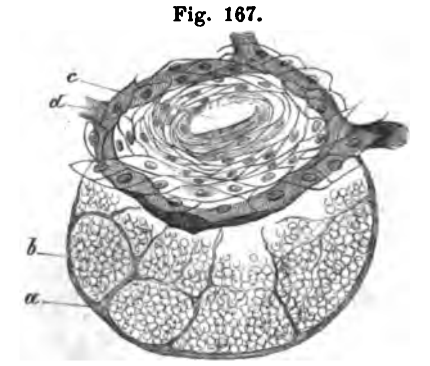
Es wurde vorhin gesagt, dass der Enddarm bei Fischen (Rochen, Haien) schon im äusseren Ansehen der Innenfläche des Schlundes gleiche, und er hat auch wieder anstatt des Cylinder- ein Plattenepithel. Ebenso besitzt nicht minder die Kloake der Vögel ein geschichtetes Plattenepithel. — (Auffallend ist mir, im Darm von *Cobitis fossilis*, wo bekanntlich dieses Organ zugleich der Athmung dient, ein Epithel nicht nachweisen zu können, *Müll.* Arch. 1853. S. 6.)

§. 280.

Drüsen des Nahrungsrohres.

Von der bindegewebigen und epithelialen Schicht der Schleimhaut werden gemeinschaftlich die drüsigen Bildungen zusammengesetzt, welche als Einsackungen der *Mucosa* auf Flächenvermehrung derselben hinwirken. Doch ist die Anwesenheit von Drüsen keineswegs ein ausnahmsloser Charakter; ich vermisse vielmehr bei *Petromyzon fluviatilis*, *Myxine*, sowie bei *Cobitis fossilis* die Drüsen im Schlund, Magen und Darm.

Fig. 167.



Drüse aus der Mundschleimhaut der Taube.
a Tunica propria und ihre Fortsetzungen ins Innere, b die Sekretionszellen, c die Drüsenöffnung und um sie herum das Plattenepithel der Mundhöhle, d durchschimmerndes Blutgefäss, welches die Oeffnung umgiebt. (Starke Vergr.)

Drüsen des Anfangdarmes.

Auch die Mund- und Rachenschleimhaut der übrigen Fische ist immer drüsenlos, und wenn manche Autoren von Drüsenöffnungen sprechen, so sind wahrscheinlich die Mündungen der „becherförmigen Organe", welche den Papillen aufsitzen, für solche genommen worden. Die *Mucosa* vom Mund und Rachen der Säuger hat wohl allezeit Schleimdrüsen, und was vielleicht weniger bekannt ist, die Haut der nackten Schnauzengegend finde ich beim Rind und Hirsch mit sehr entwickelter traubiger Drüsenmasse ausgestattet. Bei den Amphibien hat wenigstens die Zunge beim Frosch, Schildkröte, Chamäleon, *Crocodilus*

sclerops, zahlreiche Drüsen, wenn auch, wie z. B. beim Frosch, die übrige Rachenschleimhaut dergleichen entbehrt. Bei *Anguis fragilis*, wo die Zunge ohne Drüsen zu sein scheint, sehe ich zu beiden Seiten der Zunge am Boden der Mundhöhle eine Drüsengruppe, welche für das freie Auge einen besondern länglichen Wulst bildet. Es sind mehrmals eingekerbte Säckchen, so dass sie sich dem traubigen Drüsentypus nähern. (Treviranus sah bei *Chamaeleo carinatus* auf beiden Seiten der unteren Kinnlade, an der innwendigen Seite der Zähne, eine wulstige, mit Papillen besetzte Lefze, die ich, nach dieser Beschreibung zu schliessen für analog dem Drüsenwulst der *Anguis fragilis* halten möchte). Bei den Vögeln häufen sich die Drüsensäckchen ebenfalls an bestimmten Stellen, z. B. zur Seite der Zunge, Kieferrand, an und bilden für das freie Auge gut unterscheidbare Massen, auch die Tonsillen, wie ich wenigstens an *Strix passerina* und *Falco buteo* sehe, sind von derselben Natur wie die übrigen Drüsenfollikel der Mund- und Rachenhöhle und könnten für den Fall, dass die Tonsillen der Säuger, wie Manche behaupten, aus geschlossenen Säckchen bestehen, mit letzteren nicht zusammengestellt werden, doch vergleiche man was hierüber oben §. 246 bemerkt wurde. Nimmt man Rücksicht auf die Form dieser verschiedenen drüsigen Bildungen, so sind es entweder einfache kürzere oder längere sackförmige Einstülpungen der bindegewebigen *Mucosa*, in welche sich die Epithelzellen fortsetzen, oder der Drüsenraum buchtet sich etwas mehr aus, die *Tunica propria* bildet Vorsprünge ins Innere. Die Zungendrüsen des Frosches (besonders gut an gekochten Zungen wahrzunehmen) sind an ihrer Ausmündung trichterförmig erweitert. An den Secretionszellen der Zungendrüsen des *Triton igneus* glaube ich Flimmerhaare gesehen zu haben. Hervorheben darf man auch besonders, dass nur bei Säugern die Drüsen, indem die verästelten Kanäle sich ausbuchten und zu einem Knäuel sich zusammenschieben, einen wirklich traubigen Typus annehmen, während sie bei den Reptilien und Vögeln, wenn sie auch anscheinend traubig sind, immer nur die Form eines Beutels haben, dessen Innenfläche allerdings durch viele häutige Vorsprünge vervielfältigt ist.

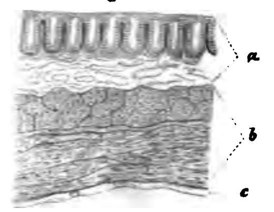
§. 281.

Drüsen des Schlundes.

Der Schlund der Fische und der Mehrzahl der Amphibien ist ohne Drüsenbildungen; sie mangeln nach meinen Erfahrungen bei *Cystignathus ocellatus*, *Bombinator igneus*, *Siredon pisciformis*, *Salamandra maculata*, *Lacerta agilis*, *Coluber natrix*; kommen dagegen vor bei *Rana temporaria*, *Proteus anguinus*, (wo sie wegen ihrer Grösse tuberkelartig hervorragen und gegen den Magen zu immer grösser werden), *Testudo graeca* (mit freiem Auge wohl erkennbar und dadurch, dass das Bindegewebe zwischen ihnen weiss ist, der Schleimhaut ein netzförmiges Aussehen gebend). Umgekehrt zeigt sich die Schleimhaut des Schlundes von Vögeln und Säugern sehr constant mit Drüsen versehen. Bezüglich ihrer Gestalt und sonstigen Natur verhalten sie

sich ganz wie die Drüsen der Mund und Rachenhöhle, bei *Strix passerina* sind sie am Beginn des Schlundes äusserst zahlreich und längliche Schläuche, an Lieberkühnsche Drüsen erinnernd, beim Reiher (*Ardea cinerea*) findet man die Drüsensäckchen kürzer, aber ebenfalls dicht gedrängt an ein ander, beim Auerhahn rücken sie ziemlich weit von einander weg, bei der Taube fehlen sie im obern Abschnitt des Schlundes ganz und treten erst gegen den Kropf hin auf und wiederholen eben immer die Form einfacher oder mit innerer Septenbildung ausgestatteter Beutel. Nach innen mit sekundären Follikeln sind sie auch beim *Proteus* versehen.

Fig. 168.



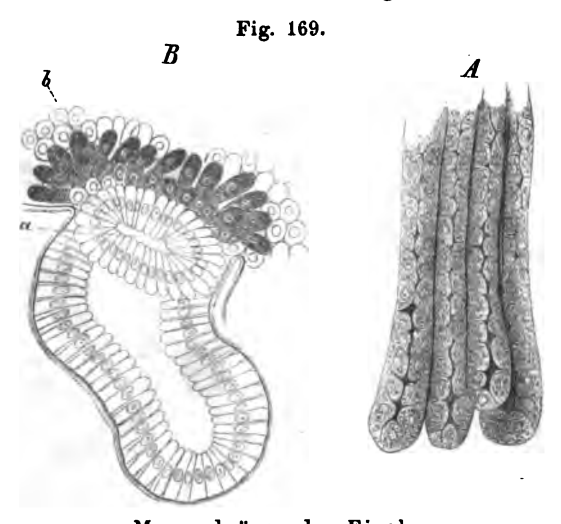
Durchschnitt durch die Häute des Schlundes vom Reiher.
a die Schleimhaut mit den dicht stehenden Drüsen, b die beiden Muskellagen, c die äussere bindegewebige Umhüllung des Schlundes. (Geringe Vergr.)

§. 282.

Wohl am regelmässigsten besitzt bei allen Wirbelthieren mit Ausnahme der genannten Fische die Schleimhaut des Magens Drüsen. Bei den Plagiostomen besetzen die Drüsen nicht vollständig die Innenwand des Magens, sondern die Schleimhaut behält auf bestimmte Strecken hin ihre vom Schlund mit herübergenommene Beschaffenheit.

Magendrüsen.

Fig. 169.



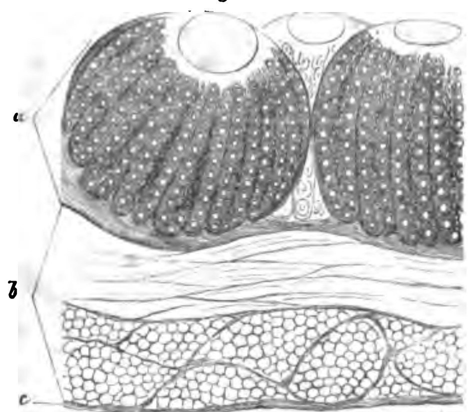
Magendrüsen der Fische.
A Labdrüsen von Torpedo, B Labdrüsen von Acipenser.
a die Drüsenöffnung, b die Epithelzellen der Innenfläche des Magens. (Starke Vergr.)

Es beginnt nämlich die Drüsenlage mit verschiedenen Ausläufern und Zacken gegen den Oesophagus zu und es ziehen von da durch die ganze Länge des Magens gleichsam weisse Furchen, die ohne Drüsen sind; ebenso verstreichen die Drüsen nach dem Pylorus hin schon in ziemlicher Entfernung von ihm, aber nicht mit einemmale, sondern wieder läuft das Drüsenstratum in mehrere Spitzen und Zacken aus. Was die Form der Magendrüsen betrifft, so sind es dicht neben einander stehende, nach unten blindgeendigte Röhren, deren blindes Ende auch häufig etwas kolbig erweitert ist. Beim Stör sind es kurze cylindrische Säcke, die aber nicht so dicht sich folgen, dass bei Betrachtung der Schleimhaut von oben Mündung an Mündung liegt, sondern es bleibt immer einiger Raum zwischen den Oeffnungen der Drüsen übrig. Die Magendrüsen des *Polypterus* sind im vordern Theil des Magens ziemlich lange Schläuche, die aber mit der Verdünnung der Schleimhaut gegen das blinde Magenende zu ebenfalls an Länge abnehmen, dabei indessen ihren Querdurchmesser vergrössern und zuletzt nur ganz seichte, aber breite Crypten der Schleimhaut repräsentiren, die auch nicht mehr eng an einander stehen, sondern, je näher dem blinden Magenende, immer weiter auseinander gerückt sind, bis sie endlich ganz vereinzelt zu stehen kommen. — Die Magendrüsen der Batrachier und auch der beschuppten Reptilien, *Testudo graeca*, *Lacerta agilis* z. B., erscheinen vielleicht durchweg als kurze Säckchen*), die eine gewisse gruppenweise Anordnung nicht verkennen lassen. Auch die schmalen schlauchförmigen Drüsen, welche im Muskelmagen der Vögel unterhalb der fälschlich sogenannten Hornschicht liegen, stehen immer truppweise beisammen, und endlich im Drüsenmagen der Vögel erreicht die Isolation solcher Gruppen ihren schärfsten Ausdruck dadurch, dass immer eine grössere Anzahl von Schlauchdrüsen durch eine gemeinsame bindegewebige Hülle zu einem Ganzen, zu einem abgeschlossenen Paquet, verbunden wird. (*Molin* in d. Denkschr.

*) Nur im ersten dickwandigen Magen der Krokodile (*Crocodilus niloticus*) sehe ich die dicht stehenden Drüsen unter der Form sehr langer, verhältnissmässig enger Schläuche; im zweiten dünnwandigen Magen sind es kurze, weite Säcke. An dem vor mir liegenden Präparate fehlt das Epithel des Magens vollständig, was ich um so mehr bedaure, als ich dasselbe von ähnlicher Beschaffenheit vermuthe, wie „die Hornschicht“ im Muskelmagen der Vögel. Es sprechen auch mehre Autoren von einem „stärkern Epithelium“ dieser Magenabtheilung, welche durchaus grosse Aehnlichkeit mit dem Fleischmagen der Vögel hat. — Von manchen Zootomen wird auch die Magenbildung der *Pipa dorsigera* mit der des Krokodils verglichen, was mir nicht ganz passend scheint, denn der sog. zweite kleinere Magen der *Pipa* dürfte wohl besser als erweiterter Anfang des *Duodenums* angesehen werden. Der sog. erste Magen ist aber insofern erwähnenswerth, als er gegen den *Pylorus* zu im Innern schwarz pigmentirt ist. Das Pigment liegt in dem starke Netzfalten bildenden Bindegewebsstratum der *Mucosa*, das Epithel besteht aus schönen Cylinderzellen, die, indem sie die Vertiefungen zwischen den Fältchen auskleiden, die Rolle von Drüsenzellen spielen.



Fig. 170.



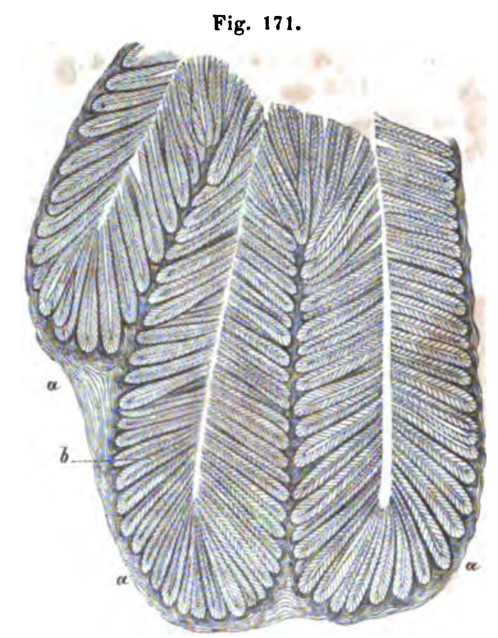
Durchschnitt durch den Drüsenmagen der Taube.
a Schleimhaut mit den Paqueten der Labdrüsen, b die Muskelschichten, c die äusserste bindegewebige Umhüllung.

d. Wien. Akad. 1850, *Leydig* in Müll. Arch. 1854 S. 331, 333.) — Die Magendrüsen der Säugethiere sind entweder einfache, cylindrische Schläuche, das blinde Ende gern etwas verbreitert, auch leicht eingekerbt, daher wie gespalten, oder es vereinigen sich mehre Schlauchdrüsen zu einem grössern Gang, mit dem sie sich in das Magenlumen öffnen. In diesen zusammengesetzt - schlauchförmigen Magendrüsen, wie solche beim Hund, der Katze, Pferd, Hase, Kaninchen, Schwein u. a. beobachtet worden sind, erblicke ich das Analogon der abgesetzten Drüsenpaquete im *Proventriculus* der Vögel.

§. 283.

Ein besondres morphologisches Interesse gewährt im Baue der Säugethiere jene Magenform, welche sich in eine *Portio cardiaca* und *Portio pylorica* mehr oder weniger abschnürt und dabei für den linken Abschnitt, der dann gewöhnlich drüsenlos ist, eine eigne starke Drüsenschicht besitzt. Ich kenne aus Autopsie die histologischen Verhältnisse nur von *Castor fiber* und *Manatus australis*. Die grosse Magendrüse des Bibers besteht aus schlauchförmigen Labdrüsen, die in Gruppen geordnet sind und in cavernöse Räume münden, von denen der Drüsenwulst durchzogen ist. Beim Manati, wo der Magen genau in zwei Hälften geschieden wird, von denen die Schleimhaut der *Portio cardiaca* glatt und drüsenlos ist, während die *Portio pylorica* die gewöhnliche Ausstattung mit Labdrüsen darbietet, hat diese letztere Abtheilung zwei Blindsäcke, welche einfache Ausstülpungen der Magenhäute von derselben histologischen Beschaffenheit repräsentiren, wie die *Portio pylorica* selber; der Blindsack hingegen an der linken Magenportion ist von ganz anderer Art und entspricht dem Drüsenwulst am Magen des Bibers. Er hat keine einfache mit dem Magen-

Fig. 171.



Aus der Magendrüse des Manatus australis.
Man unterscheidet drei schlauchförmige Abtheilungen, man könnte sagen (a) die Enden einer kolossalen zusammengesetzt-schlauchförmigen Drüse und erst innerhalb dieser Schläuche liegen die Labdrüsen (b). (Geringe Vergr.)

lumen communicirende Höhlung, sondern sein Inneres ist cavernös und die Areolen sind für das freie Auge mit einer gelbweissen, körnig-bröckligen Masse erfüllt. Durch mikroskopische Untersuchung erfährt man, dass der ganze Blindsack ein Aggregat von schlauchförmigen Drüsen ist. Bindegewebe formt das Fächerwerk, wobei es nun sehr merkwürdig ist, dass bei Betrachtung grösserer Schnitte das Bindegewebe ähnliche Umrisse zieht, wie wenn eine zusammengesetzt-schlauchförmige Drüse zu zeichnen wäre, und man glaubt bei geringer Vergrösserung, die Wand dieser schlauchförmigen Hohlräume sei mit cylindrischen Sekretionszellen besetzt, bis stärkere Vergrösserungen aufdecken, dass die vermeintlichen Sekretionszellen vollkommen differenzirte schmale schlauchförmige Labdrüsen sind, an denen man die *Tunica propria* und die Epithelzellen klar sieht. Wir finden demnach hier in ähnlicher Art wie ich früher (Zeitschr. für wiss. Zool. 1850) von der *Prostata* des Pferdes abgebildet habe, eine fortwährende Wiederholung der Formen, indem eine Anzahl von cylindrischen Labdrüsen von gemeinsamer Haut umgeben den länglichen *Acinus* von einer scheinbaren grossen zusammengesetzt-schlauchförmigen Drüse bildet, und durch die Vereinigung derselben entstehen abermals grössere Drüsenmassen, die dann zuletzt mit mehren Oeffnungen in den ersten oder Cardiamagen münden. — Neuerdings untersuchte auch *Ecker* die Magenschleimhaut von *Delphinus Phocaena*

und fand, dass im zweiten Magen die Labdrüsen eine mächtige Entwicklung zeigen, wodurch sie eine Anzahl dicker Wülste der *Mucosa* bedingen (Verhandl. der Gesellsch. für Beförder. der Naturwissensch. in Freiburg 1855.) — (Etwas Aehnliches sieht man wahrscheinlich auch bei *Myoxus avellanarius* und den eigentlichen Siebenschläfern, wo nach mehren Forschern ein eigener kleinerer, sehr dicker und drüsenreicher Vormagen noch stärker als bei Vögeln vom zweiten Magen abgeschnürt ist; ebenso sind noch *Manis* und andere Säugethiere, von denen eigene Magendrüsen gemeldet werden, einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen. Am Magen des Maulwurfes sind die schlauchförmigen Labdrüsen am Cardiatheil stärker entwickelt, als an der Pylorushälfte.) — Beim Rind vermisse ich in den vor dem Labmagen liegenden, mit starkem Plattenepithel versehenen Mägen jegliche Spur von Drüsen; *Wedl* spricht von „Schleimfollikeln“ im Pansen und in der Haube des Kameels.

§. 284.

Im Vorhergegangenen wurde ausschliesslich Rücksicht genommen auf die Form, welche die bindegewebige *Tunica propria* (die unmittelbare Grenzschicht des Coriums der Schleimhaut) den Drüsen auferlegt, die eigentlichen Werkstätten des Sekretes sind aber die den Drüsenraum auskleidenden Zellen, und diese scheinen, wenigstens bei Vögeln und Säugern, von zweierlei Art zu sein. Die einen sind die das Pepsin absondernden Labzellen, sie haben eine rundliche Gestalt und dunkelgranulären Inhalt, bei den Vögeln kleiden sie die Drüsenpaquets des *Proventriculus* aus, auch bei den Säugern scheinen sie zumeist die Drüsen der Cardialportion (auch beim Biber und Manati) zu erfüllen, die Zellen haben hier oft eine bedeutende Grösse, so dass sie die Endschläuche der Drüsen zu starken Ausbuchtungen veranlassen, und es ist dann eine gewisse Aehnlichkeit mit mehren einzelligen Drüsenformen wirbelloser Thiere, wie sie unten zur Beschreibung kommen werden, unverkennbar. Wie bei letzteren eine einzige grosse Drüsenzelle in einem bindegewebigen Beutelchen liegt, so isoliren sich auch die grossen Labzellen in den Ausbuchtungen des gemeinsamen Kanals von einander. Die zweite Art der Sekretionszellen hat eine cylindrische Form und einen meist hellen Inhalt. Sie machen bei Vögeln das Epithel der Drüsen des Muskelmagens aus, bei Säugern kleiden sie die Drüsen aus, welche dem *Pylorus* zunächst liegen. Diese Differenz der Sekretionszellen weist darauf hin, dass auch zweierlei verschiedene Sekrete von den Magendrüsen geliefert werden. Ob auch bei Amphibien und Fischen eine solche Trennung herrscht, ist noch nicht festgestellt. Die Zellen, welche bei Batrachiern die Magendrüschen erfüllen, werden in verschiedenen Zuständen getroffen, indem ich bald helle (Landsalamander), bald in verschiedenem Grade körnige beobachtet habe. Beim Stör sind die Magendrüsen auf's regelmässigste von einem zierlichen, hellen Cylinderepithel ausgekleidet. Das Cylinderepithel geht an den Oeff-

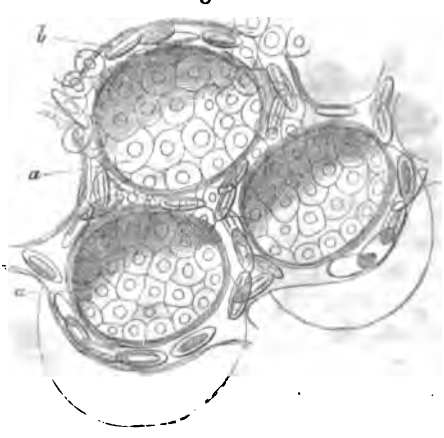
nungen der Drüsen unmittelbar in das Cylinderepithel der Magenschleimhaut über, dessen Zellen sich von denen der Drüsen dadurch unterscheiden, dass sie grösser und gegen das freie Ende zu mit Molekularmasse prall angefüllt sind. Auch bei *Polypterus* sind die Zellen der Magendrüsen cylindrisch und so regelmässig gelagert, dass ein klares Lumen der Drüsen sich erhält.

§. 285.

Darmdrüsen.

Die Schleimhaut des Darmes hat bei Säugern und Vögeln sehr constant zahllose, schlauchförmige (*Lieberkühn'sche*) Drüsen, deren Grösse nach den einzelnen Darmpartien etwas wechselt (bei Säugern z. B. im Dickdarm länger sind als im Dünndarm, bei den Vögeln im Zwölffingerdarm länger als im Dünndarm und Afterdarm), aber immer von einem regelmässigen Cylinderepithel ausgekleidet werden. Ob man der Darmmucosa der Reptilien und Fische Drüsen zuschreiben oder absprechen will, hängt von der individuellen Auffassungsweise ab, nur selten nämlich, wie z. B. an *Torpedo Galvanii* in dem zwischen Magen und Klappendarm liegenden Darmstück, bei *Polypterus* ebenso am pylorischen Rohr sieht man noch eigentliche schlauchförmige oder Lieberkühn'sche Drüsen, meist erhebt sich die Schleimhaut in zahllose, dichte Fältchen und Balken, die netzartig sich verbinden, und auf diese Weise ein Zellen- und Gitterwerk erzeugen, das dem freien Auge dasselbe Bild gewährt, wie der mikroskopischen Untersuchung etwa die Magenschleimhaut des Frosches, nachdem aus den Drüsen die Inhaltszellen herausgespült sind, sich zeigt. Da also nur in der Grösse ein Unterschied obwaltet, keineswegs aber in der Struktur, so möchte ich in der feingittrigen Beschaffenheit der Schleimhaut, z. B. des Stör's, des *Polypterus*, vom Frosch, Salamander, Proteus den Ausdruck einer sehr gesteigerten Drüsen-

Fig. 172.



Drei Darmdrüsen von Salamandra maculata.
Die Drüsenöffnungen (a) sind umsponnen von Blutgefässen (b). (Starke Vergr.)

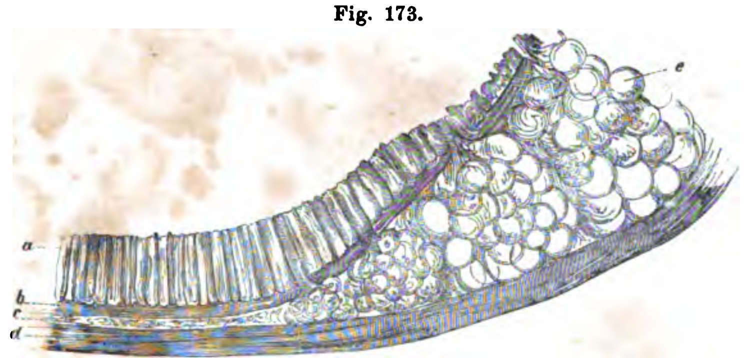
bildung erkennen, die Drüsen sind hier aber zu so grossen Grübchen entwickelt, dass das freie Auge zur Erkennung ihrer Umrisse schon theilweise hinreicht.*)

§. 286.

Brunner'sche Drüsen.

Ausser den schlauchförmigen Drüsen kommen sowohl bei Säugethieren als auch bei einigen Fischen noch traubige Drüsen an bestimmten Lokalitäten vor. Bei Säugethieren sind es die unter dem Namen *Brunner*'sche Drüsen bekannten Gebilde, welche im *Duodenum* sich finden. Nach *Middeldorpf* sind sie am zahlreichsten bei den

Fig. 173.



Schnitt durch das Duodenum des Maulwurfes.
a Lieberkühn'sche Drüsen, b Muskellage der Schleimhaut, c das Bindegewebsstratum derselben, d die Muscularis des ganzen Darmes, e die Brunner'schen Drüsen. (Geringe Vergr.)

pflanzenfressenden Säugethieren; beim Maulwurf, wo die *Brunner*'schen Drüsen nur den unmittelbaren Anfang des *Duodenum* besetzt halten und hier einen für das freie Auge gelbweissen Ring bilden, haben, wie ich sehe, ihre Sekretionszellen einen dunklen, feinmolekulären Inhalt, woher auch die angegebene Farbe rührt. Den Vögeln, Reptilien und den meisten Fischen mangeln *Brunner*'sche Drüsen. Nur bei den Chimären, den Rochen und Haien erblicke ich eine analoge Drüsenbildung, wenn auch am entgegengesetzten Darmende. Am Anfang des Afterdarmes bei *Chimaera monstrosa* finden sich gegen acht ziemlich stark vorspringende, nach hinten spitz auslaufende Längswülste. Hebt man die Schleimhaut über diesen Wülsten ab, so kommen röthlichgelb gefärbte Drüsenhaufen zum Vorschein, die mikroskopisch aus verästelten Drüsenschläuchen bestehen und zu rundlichen Läppchen mit einander verbunden sind. Gleichwie beim Manati (s. oben) die Magendrüsen der *Portio cardiaca* sich zu einem besonderen, blindsackartigen Anhängsel vom Magen abgetrennt haben, so sind auch

*) Bei der Giraffe mögen ähnliche Verhältnisse sich finden. *A. Sebastian* (Tydschr. voor natuurl. Geschied. XII, 1844) beschreibt von der Schleimhaut des Colons an der Einmündungsstelle des Dünndarmes kleinere und grössere Zellen mit einer runden oder ovalen Oeffnung, und einige dieser Zellen seien wieder durch Wände in Fächer abgetheilt.

bei Rochen und Haien diese traubigen Drüsen von der Darmwand abgerückt und bilden die „fingerförmige Drüse“, welche in die Rückseite des Afterdarmes einmündet. Die fingerförmige Drüse hat auf dem Längendurchschnitt eine gelbliche, dicke Drüsensubstanz und einen innren Hohlraum. Letztrer ist meist erfüllt mit einem schmutzig gelben Sekret, vom Aussehen der Magenflüssigkeit, mikroskopisch besteht es aus Punktmasse und grossen mit der gleichen Körnersubstanz gefüllten Zellen, deren Membran häufig schon geschwunden ist, so dass nur ein heller Kern von der Punktmasse klumpenförmig umhüllt wird. Der Hohlraum ist durch eine starke Lage Bindegewebe von der Drüsensubstanz geschieden und setzt sich als Ausführungsgang fort. Das Epithel ist ein pflasterförmiges. Die sehr blutreiche Drüsensubstanz besteht aus dicht gedrängten, traubenförmigen Drüsenbläschen, welche an einem sehr kurzen Ausführungsgang sitzen.

§. 287.

Lymphdrüsen der Darmwand.

Die Lymphdrüsen des *Tractus* verhalten sich bei den Säugethieren wie beim Menschen, im Rachen hiessen sie bisher Balgdrüsen und Tonsillen, im Magen linsenförmige Drüsen, im Darm *Peyer'sche* Haufen und solitäre Follikel. Der Bau ist der oben angegebene: Das Bindegewebe, welches die Wand der Kapseln bildet, schickt ins Innre ein feines, zahlreiche Blutcapillaren tragendes Fachwerk, und die Maschenräume sind von einer kleinzelligen Masse eingenommen, deren Elemente mit den sog. Lymphkügelchen übereinstimmen.

Die *Peyer*'schen Follikel sind bei den Vögeln durch den ganzen Darm zerstreut und zeigen sich besonders entwickelt in dem Darmdivertikel der Gans. Sie wurden namentlich untersucht von *Bas-*

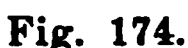
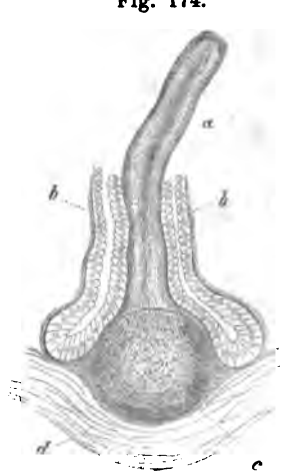


Fig. 174.



Aus dem Darme der Gans.
a Darmzotte, b zwei Lieberkühn'sche Drüsen, c ein Peyer'scher Follikel, d Muskelschicht. (Geringe Vergr.)

linger (Sitzb. d. Wien. Akad. 1854), welcher folgendes Resultat zusammenfasst: Die Peyer'schen Drüsen haben nach aussen in der Muskulatur eine scharfe Grenze, durchbohren aber mit verschmächtigtem Halse die innre Längshaut, breiten sich dann zwischen den Krypten bedeutend aus und lassen ihre „Cytoblastemmasse“ ohne irgend eine Grenze in die Zotten übergehen. Nach *Baslinger* müsste man demnach einen direkten Zusammenhang des Chylusraumes der Zotte mit der Peyer'schen Drüse statuiren. Ich bedaure, diese Angaben nicht bestätigen zu können, indem wenigstens am Darm der Gans, den ich frisch, getrocknet und mit Essig gekocht untersuchte, den feineren Bau der Follikel in nichts abweichend finde von den Peyer'schen Drüsen der Säuger, insbesondere erscheint die Kapsel nach der Zotte zu ebenso scharf umgrenzt, wie da, wo sie an die Muskelhaut anstöst. —

§. 288.

Bursa Fabricii.

Erwähnung verdient auch, dass die Schleimhaut der Bursa Fabricii der Vögel mit Ausschluss andrer drüsiger Bildungen die Peyer'schen Follikel in grösster Menge besitzt; ich untersuchte die Wasseramsel (*Cinclus aquaticus*), das Rebhuhn, den Steinkauz und die Ente. Die Bindesubstanz der Schleimhaut grenzt lauter geschlossne, rundliche Follikel ab, die dicht neben- und übereinander liegen und bei der Ente durch besondre lokale Entwicklung in der *Bursa* zwei oder mehre für das freie Auge auffallende Längswülste erzeugen. Uebrigens sind die Bälge verschieden gross und ausser einem feinzelligen, in Essigsäure sich trübenden Inhalt noch deutlich von Blutcapillaren durchzogen. Die Oberfläche der *Mucosa* deckt ein geschichtetes Cylinderepithel. (Nach *R. Wagner* wären die Drüsen der *Bursa Fabricii* „Schleimdrüsen“ die „mit kleineren Poren“ in die Höhle münden. Ich habe bisher die Sache bei wiederholter Prüfung nur so gesehen, wie ich sie eben beschrieben habe. — Da die Peyer'schen Drüsen gegenwärtig für Lymphdrüsen gelten, so darf in Erinnerung gebracht werden, dass nach mehren Autoren die Grösse der *Bursa Fabricii* mit dem Alter des Thiers abnehmen soll, was übereinstimmen würde mit dem Verhalten der freien Lymphdrüsen, die angeblich auch in spätrer Lebenszeit sich verkleinern und zusammenschrumpfen. Die Thymus, welche ich ebenfalls zu den Lymphdrüsen rücke, thut dasselbe).

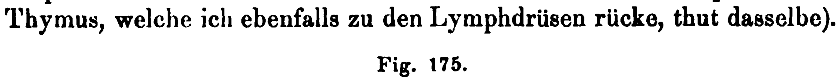
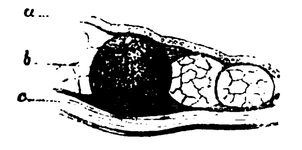


Fig. 175.



Durchschnitt durch die Wand der Bursa Fabricii der Wasseramsel.
a das Epithel, b die Peyer'schen Drüsen der Schleimhaut, c die Muskellage.
(Geringe Vergr.)

§. 289.

Lymphdrüsen des Traktus von Fischen und Reptilien

In der Schleimhaut des Nahrungsrohrs von Reptilien und Fischen ist bisher noch Nichts von Lymphdrüsen nachgewiesen worden, doch möchten jene weisse, gelappte Masse, welche ich von der *Chimaera monstrosa* (*Müll.* Arch. 1851, S. 269) anzeigte und welche sich zwischen der *Basis cranis* und der Rachenschleimhaut findet, sowie ferner die weisse Substanz, welche man bei Selachiern in ziemlich mächtiger Lage zwischen der Muskel- und Schleimhaut des Schlundes antrifft (Rochen und Haie S. 53) für Bildungen anszuprechen sein, welche den Lymphdrüsen analog sind. Beide bestehen in ganz gleicher Weise aus einem Fachwerk von zartem Bindegewebe, gefüllt mit Kernen und Molekularkörnern. Die drüsige Substanz beginnt und hört auf bei den Selachiern mit ganz bestimmter Grenze, nach oben, wo die Längsfalten des Schlundes anfangen, und nach unten, wo der Schlund in den Magen übergeht.

§. 290.

Muskulatur der Schleimhaut.

Die Schleimhaut des *Tractus* ist der Contraktion fähig, da in das Bindegewebe bei den verschiedensten Wirbelthieren glatte Muskeln eingeflochten sind. Beim Stör habe ich sie vermisst*), hingegen beim Frosch und Salamander, wo sie sich zwischen die Drüsengruppen fortsetzen, bemerkt; am durchschnittenen Magen eines lebenden Frosches zieht sich an der Schnittfläche durch die Muskelwirkung Muskel- und Schleimhaut von einander weg und die Schleimhaut rollt sich allmählig ein. Bei den Vögeln (Gans) beschrieb sie *Brücke*, und verfolgte sie bis in die Zotten; ich sah sie in der Schleimhaut des Afterdarmes der Taube. Im Darm der Säuger erheben sich ebenfalls sehr gewöhnlich die Muskelfasern der Schleimhaut bis in die Zotten, in welch letztren *Gerlach* bei der Katze zwei Muskellagen unterschied, eine centrale longitudinale, und eine peripherische transversale. Beim Hund (und dem Menschen) sei die transversale Lage minder deutlich und scheine oft ganz zu fehlen. Hieher gehört auch, dass die Zungenpapillen des Frosches (von mir bei *Rana temporaria* und besonders schön bei *Cystignatus ocellatus* gesehen) bis weit hinauf

---

*) Bei Rochen und Haien ist die glatte Muskulatur der *Mucosa* vorhanden, wie ich noch jüngst an der Längsklappe des Hammerhaies sah; bekanntlich verläuft da, ähnlich wie bei *Petromyzon*, der Stamm der Intestinalvene im freien Rande der Klappe, und *Duvernoy* (Ann. d. sc. n. 1835) glaubte eine Belegung der Vene mit Muskelfasern erkannt zu haben. An feinen senkrechten Schnitten von der getrockneten Klappe genommen und mit Essigsäure wieder erweicht sieht man sehr schön, wie ein ziemlich dichtes Netz aus glatten Muskeln das lockere Bindegewebe der Schleimhaut durchzieht, an der Peripherie in die leistenartigen Erhebungen sich verliert, sowie central mit den Häuten der Vene und einer stärkeren zugleich mitvorhandenen Arterie zusammenhängt. Sollte vielleicht *Duvernoy*, durch eine andere Präparationsweise veranlasst, dieses Muskelnetz der Schleimhaut als Muskelbeleg der Vene angenommen haben? — An der gleichen Stelle bei *Petromyzon* vermisse ich muskulöse Elemente.

mit quergestreiften Muskeln, den Ausläufern von verästelten Zungenmuskeln ausgestattet sind. Ferner habe ich noch eine jüngst gemachte Beobachtung anzureihen. Die Blätter im Psalter (*Omasus*) des Rindes, welche eigentlich feine Duplikaturen der *Mucosa* mit Papillen sind, haben ebenfalls einzelne Züge glatter Muskeln in ihrem Innren, die für das freie Auge wulstartige Vorsprünge erzeugen und sowohl nach der Länge der Blätter als auch bogenförmig ziehen.

§. 291.

Muskulatur des Darmrohres. Vom Mund und Rachen

Die Muskeln bilden ferner am Darm eine eigene, nach aussen von der Schleimhaut gelegene, zumeist aus Längen und Ringfasern bestehende Schicht, die bald dünner, bald dicker, doch wohl dem *Tractus* der meisten Wirbelthiere zukommt (bei *Myxine* und einigen Wirbellosen fehlt sie nach meiner Beobachtung), sie ist z. B. bei *Chimaera* durchweg nur gering entwickelt, andererseits am Muskelmagen der Vögel und Krokodile, auch bei vielen Fischen am Pförtnertheil des Magens sehr mächtig ausgebildet. (Bei manchen Fischen ist bekanntlich die Muskulatur des *Pylorus* so dick, dass letzterer sich gleich dem Vogelmagen als eine kugelige Masse abgrenzt. Am Muskelmagen der Vögel und Krokodile gehen die Längs- und Cirkelfasern in eine an beiden Seiten gelegene Centralsehne über, eine ähnliche Bildung fand *Retzius* auch am Magen von *Silurus glanis* und an mehren egyptischen Siluren, nur ist die gegenseitige Lagerung der Muskelschichten die umgekehrte von der bei den Vögeln bekannten.) Anlangend die histologischen Eigenschaften, so ist die den Eingang zum Nahrungsrohr umgebende Muskulatur, also jene der Mund- und Rachenhöhle immer quergestreifter Natur. Am Gaumen einiger Gräthenfische (*Cyprinen, Cobitis, Acerina*) verdickt sich die Muskulatur zum sog. contraktilen Gaumenorgan. Man unterscheidet in letzterem die vielfach durch einander geflochtenen quergestreiften Muskelbündel, zahlreiche Nerven und gefässhaltiges Bindegewebe; bei manchen Cyprinoiden finden sich Fettzellen in reichlicher Menge zwischen der Muskulatur. *Davaine*, der das Organ ebenfalls und zwar vom Karpfen untersucht hat (Compt. rend. de la Societ. d. Biolog. 1850) sieht ausser den quergestreiften Muskeln auch glatte, was mir nicht vorkam. *Davaine* hält das Gebilde für eine die Deglutition erleichterndes Organ, welcher Ansicht ich beistimmen möchte, da die Schleimhaut sich hier nicht anders verhält als in der übrigen Rachenhöhle, auch die gewöhnlichen Papillen mit den becherförmigen Organen besitzt. Die früheren Beobachter hielten es für ein Geschmackswerkzeug. (Nach *Nardo* existirt auch ein „Geschmacksorgan" bei einigen Haifischen, *Oxyrrhina gomphodra, Alopias vulpes, Squalus glaucus* in Form „einer wulstigen Erhebung der Gaumenhaut, welche nicht mit der rauhen Schleimhaut bekleidet ist, sondern mit einer weichen, zahlreiche Papillen enthaltenden und eine schleimige Flüssigkeit durch viele Poren absondernden. Es besteht aus einer fibrös-vas-

culären, pulpösen, weichen Masse, die ihre Nerven aus dem dritten Ast des *Trigeminus* erhält.“ (*V. Carus*, Jahrb. d. Zoot. Ber. I.)

§. 292.

Muskelhaut des Schlundes.

Auch die Muskelhaut des Schlundes behält häufig die quergestreifte Beschaffenheit bei. So sehe ich bei vielen Säugethieren, Maus, Kaninchen, Biber und Fledermaus (*Vespertilio pipistrellus*), dem Maulwurf, dem Manati u. a., die Muskulatur bis zur *Cardia* quergestreift und dergleichen Bündel erstrecken sich beim Biber weit über und in den oben beschriebenen Drüsenwulst hinein, bei anderen Säugern besitzt (ähnlich wie beim Menschen) nur die obere Hälfte des Schlundes quergestreifte Elemente, die untere glatte, was nach *E. H. Weber* bei der Katze der Fall ist. — Bei den Fischen scheint durchgängig die Muskelhaut des Schlundes quergestreifter Natur zu sein, wie sich dies aus meinen Erfahrungen an zahlreichen Selachierarten, sowie von Teleostiern an Karpfen und Barscharten, *Dentex vulgaris*, *Gobius niger*, *Hippocampus*, *Zeus faber* ergiebt. Bei *Polypterus* ist der quergestreifte Charakter der Schlundmuskeln wenigstens andeutungsweise vertreten (vergl. Zeitschr. f. wiss. Z. 1854 S. 61). — Contrastirend mit den Säugern und Fischen ist die Muskelhaut des Schlundes bei allen bis jetzt hierauf geprüften Vögeln und Reptilien (die Aufzählung der letzteren s. in m. Fisch. u. Rept. S. 41) glatt.

§. 293.

Muskelhaut vom Magen und Darm.

Für die *Muscularis* des Magens und der Darmabtheilungen aller Wirbelthiere (eingerechnet die mancherlei Blindsäcke, auch die *Bursa Fabricii*) sehen wir als Regel, dass die Elemente derselben glatt sind, doch giebt es Uebergangsformen von der glatten zur genuin quergestreiften Faser. Dies ist z. B. der Fall am Fleischmagen der Vögel, in so fern die kontraktile Substanz der Fasern nicht rein homogen ist, sondern in quere Stückchen zerfällt, womit auch Hand in Hand geht ein leicht gelblicher Anflug und für das freie Auge eine ziemlich lebhaft rothe Färbung der ganzen Muskelhaut. Von derselben rothen Farbe mag auch der erste Magen der Krokodile im frischen Zustande sein, da noch am Weingeistpräparate die Magenmuskulatur unter dem Mikroskop stark gelb aussieht. Bei einigen Fischen ist die *Tunica muscularis* des Darmes oder wenigstens vom Magen, aus echt quergestreiften Elementen gebildet, beim Schlammpeitzger (*Cobitis fossilis*) nämlich erstrecken sich solche Muskeln in Längs- und Ringschicht über den Magen und bei der Schleie (*Tinca chrysitis*) über den ganzen *Tractus*. Doch folgt bei beiden Fischen unter der quergestreiften Muskulatur noch eine glatte Lage, die wahrscheinlich als eine sehr entwickelte Muskelschicht der Schleimhaut anzusehen ist. — Am Ende des Afterdarmes treten sehr allgemein quergestreifte Sphinkteren auf und bei den Vögeln ist die ganze Muskelhaut der Kloake quergestreift.

§. 294.

Seröse Haut.

Die *Tunica serosa* des Nahrungsrohres und der Bauchhöhle besteht aus Bindegewebe, das nicht selten, namentlich bei niederen Wirbelthieren, mancherlei Pigmentirungen zeigt (bei *Chimaera monstrosa* z. B. ist die äussere Fläche des ganzen Verdauungskanales schwarzblau gefärbt, ähnlich der grösste Theil des *Tractus* von *Polychrus marmoratus*, *Chamaeleo pumilus*, grün golden ist bei *Raja batis* das Bauchfell an der Rückenseite, durchweg tief schwarz bei *Chondrostoma nasus*, *Pristiurus*, *Lacerta agilis*, *Anguis fragilis*, *Coronella* u. a. Im Bindegewebe des Bauchfelles machen sich häufig elastische Fasern in grösserer Menge bemerklich, ja sie können an gewissen Gegenden einen Hauptbestandtheil des Bauchfelles und seiner Falten ausmachen (so sehe ich bei *Mustelus vulgaris* sehr zahlreiche schöne und dicke elastische Fasern in der Falte zwischen dem Magen und den aus und zu ihm führenden Gefässen, während andererseits in der Falte zwischen Magen und Milz sie nur in spärlicher Zahl sich finden; beim Haushahn hat das Mesenterium des Darms ebenfalls ein dichtes, feinfaseriges, elastisches Netz). Ueber die freie Fläche weg geht ein einfaches Plattenepithel. Beim Frosch scheint das Epithel des Bauchfelles streckenweise zu flimmern, so am Ueberzug der Bauchmuskeln (auch am Mesoarium). Keine Wimperung am Mesenterium. Bei Selachiern (*Mustelus vulgaris*) ist das Bauchfell der Bauchfläche dicker, als an den seitlichen Theilen. — Eine eigene Erscheinung ist, dass die Mesenterien verschiedener Wirbelthiere mit glatten Muskeln ausgestattet sind. Ich kenne sie bisher aus dem zarten von vielen grösseren und kleineren Lücken durchbrochenen Mesenterium des *Gobius niger*, ferner verschiedener Selachier (*Mustelus vulgaris*, *Squatina angelus*, *Scyllium* etc.), wo die bedeutenden, mit freiem Auge sichtbaren Züge, von der *Muscularis* des Magens und Darmes weggehend, sich im Mesenterium netzförmig verbinden. Auch im Gekröse der Mehrzahl der von mir untersuchten Reptilien sind zahlreiche Bündel glatter Muskeln vorhanden. Sie verlaufen im Allgemeinen in der Richtung der zum Darm gehenden Blutgefässe, also strahlig von der Anheftungslinie des Gekröses an der Wirbelsäule zum Darm, die stärkeren und schwächeren Bündel verbinden sich dabei netzartig und können oft mit blossem Auge wahrgenommen werden. Die Amphibien mit Muskeln im Gekröse sind *Salamandra*, *Triton*, *Siredon*, *Testudo*, *Lacerta*, *Anguis*, *Leposternon*, *Psammosaurus* (bei letztrem hat sie *Brücke* in einer zur Leber gehenden Peritonealfalte beobachtet) *). Ohne muskulöses Mesenterium sind der Proteus, Frösche und Kröten. — Im Bauchfell und seinen verschiedenen Fortsetzungen sieht man bei

*) Auch bei *Coluber natrix* bemerke ich, dass das Anheftungsband der Leber von starken Netzen glatter Muskeln durchzogen ist.

Batrachiern gar nicht selten (nach Aufhellung durch Natronlauge z. B.) schöne Theilungen von Nervenprimitivfasern.

Das Netz der Säugethiere hat eine ähnliche zierlich gegitterte Beschaffenheit wie beim Menschen, nur sind die Netze mitunter kleinmaschiger, beim Dachs z. B.

§. 295.

Blutgefässe. Die Blutgefässe des Nahrungsrohres anlangend, so ist die Schleimhaut am reichlichsten damit versehen. Die zu ihr tretenden kleinen Arterien lösen sich in ein Netz feiner Capillaren auf, welche, wie überall, nur im Bereich des Bindegewebes sich haltend, die Drüsen dicht umstricken und deren Mündungen ringförmig umgeben; wo die Schleimhaut sich in Papillen, Zotten und Fältchen erhebt, steigen die Blutgefässe mit auf und in jenen Papillen und Zotten, welche mit sekundären Höckern versehen sind, biegen auch in diese die Capillarschlingen aus. Den grössten Gefässreichthum hat die Darmschleimhaut von *Cobitis fossilis*; sie scheint eigentlich nur aus Blutcapillaren und etwas homogener Bindesubstanz, als Träger derselben zu bestehen. Dieser Fisch schluckt bekanntlich in einem fort Luft und giebt sie wieder durch den After von sich, nachdem er sie in Kohlensäure verwandelt hat; er athmet demnach mit seinem Darm atmosphärische Luft und ohne Zweifel steht der Gefässreichthum der Darmschleimhaut damit in Wechselbeziehung.

Die Gefässe der Muskelhaut bilden mit ihren Capillaren längliche Maschen, und wie wenigstens *Gerlach* beobachtet hat, so herrscht in der Anordnung der Capillarnetze bei glatter Muskulatur eine viel grössere Regelmässigkeit als in der quergestreiften, indem jede Masche ein ziemlich vollständiges Rechteck formt. — Die seröse Haut des Traktus und das Bauchfell sind verhältnissmässig nur von sparsamen Blutgefässen durchzogen.

§. 296.

Nerven. Was die Nerven des Nahrungsrohres betrifft, so ist besonders darauf hinzuweisen, dass in der Mundhöhle zahlreiche Papillen mit Nerven versehen sind und es selbst zur Entwicklung von Tastorganen kommt, in welcher Beziehung ich an die *Pacini*'schen Körper in den Schnabelpapillen der Vögel, wie in den Zungenpapillen des Elephanten erinnere, in der Mundschleimhaut des letzteren beobachtete ferner *de Filippi* eigenthümliche gestielte Blasen, die er fragweise den *Pacini*'schen Körperchen vergleicht, auch die von *Gerber* aus der Lippenschleimhaut des Pferdes beschriebenen Nervenglomeruli müssen unter diesen Gesichtspunkt gestellt werden, ebenso die becherförmigen Organe auf den Papillen der Rachenschleimhaut vieler Fische (s. oben). Anders verhalten sich die Schleimhäute vom Schlunde, Magen und Darm. Obschon hier, wie oben aus einander gesetzt wurde, zahlreiche Erhebungen derselben unter der Form von Zotten, Falten und Blättern sich finden, so erblickt man darin wohl sehr con-

stant Blutgefässe und Lymphräume, auch wohl (s. oben) Muskelzüge, aber nie Nerven, ich vermisste sie bis jetzt wenigstens immer, so oft ich auch an Darmzotten, Papillen im Magen der Wiederkäuer etc. meine Aufmerksamkeit darauf richtete. Von jeher ist auch die geringe Empfindlichkeit der tiefer gelegenen Schleimhaut des Nahrungsrohres bekannt gewesen, was offenbar damit zusammenhängt. Die Nerven, welche den Darmkanal versorgen, haben zahlreiche blasse oder *Remak*'sche Fasern unter ihren dunkelrandigen, ja bei der Ratte, wo ich grosse Strecken des Mesenteriums auf die zum Darm gehenden Nerven prüfte, sah ich nur *Remak*'sche Bündel. Beim Haushahn, wo die Nerven des Gekröses aus dunkel- und blassrandigen Fasern bestehen, sieht man bis nahe an den Darm heran im Verlauf der Nerven kleine Ganglien, (manche Autoren sprechen irrthümlich von einem „ganglienlosen *Plexus coeliacus*“ der Vögel) auch an den Nerven des Mesenteriums vom Landsalamander, vom Kaulbarsch, habe ich zahlreiche Ganglienkugeln wahrgenommen. Im Mesenterium der Katze enden viele Nervenfasern als *Pacini*'sche Körperchen.

Die grossen für das freie Auge auffallenden Papillen der (äusseren) und Schleim-Haut der Amphibien und Säuger sind wohl constant noch mit mikroskopisch kleinen Papillen besetzt, nicht so die grossen Papillen in der Mund- und Rachenhöhle der Vögel, die mir auch unter dem Mikroskop nach Abnahme des starken Epithels einfache Conturen darbieten.

Gleichwie die verschiedenen Blindsäcke am eigentlichen Darm die histologische Schichtung des Darmes wiederholen, so ist das auch mit den am Munddarm befindlichen Aussackungen der Fall. Die Backentaschen des Hamsters z. B. sehe ich zusammengesetzt aus einer äusseren quergestreiften Muskelhaut (auch an *Arctomys citillus* ist diese Muskellage deutlich) und der Schleimhaut, welch' letztere hier ohne Drüsen zu sein scheint, sich aber in Fältchen erhebt und deren zelliger Ueberzug die gewöhnlichen Epithelplättchen der Mundhöhle sind. Ebenso besteht der Kehlsack der Trappe (*Otis tarda*) aus einer Muskelhaut, deren Elemente die Form von schmalen glatten Fasern haben, und einer Schleimhaut, die fast nur aus elastischen, netzförmig geflochtenen Fasern gewebt ist und sich hin und wieder zu seichten Drüsensäckchen einsenkt. (Ob nicht auch an dem so höchst dehnbaren Kehlsack des Pelikans die Schleimhaut ebenfalls elastisches Gewebe zur Hauptgrundlage hat?)

Der sog. Tollwurm (*Lyssa*) in der Zunge mehrer Fleischfresser (Hund, Katze, Bär, nach *Rudolphi* auch beim Coati, Känguruh, Eichhörnchen und Hyäne, nach *G. Carus* auch beim Maulwurf) besteht aus einem dichten Fettgewebe, welches in einer festen fibrösen Scheide eingeschlossen ist und wird an seinem oberen Umfang überdeckt von quergestreiften Muskelfasern, die gegen den Zungenrücken quer verlaufen. Vergl. *Virchow* in s. Archiv Bd. VII., wo auch die verschiedenen Angaben über dieses Gebilde sehr vollständig zusammengetragen sind.

Die Cartilago entoglossa erscheint bei jungen Tauben, beim Auerhahn fast als reiner Zellenknorpel, mit einem Minimum von Grundsubstanz zwischen den Zellen; bei der jungen Gans überwiegen die Knorpelzellen keineswegs die Grundsubstanz, auch sieht man hier im Knorpel zahlreiche Gefässkanäle.

Bei *Noctilio* unter den Chiropteren und mehren Affen (*Stenops*, *Hapale*, *Mycetes*, *Cebus*, *Callithrix* u. a. finden sich bekanntlich Unterzungen. Ich habe diese Bildung von *Cebus capucinus* untersucht und sehe, dass sie eigentlich eine

Schleimhautfalte der Mucosa vorstellt, denn die Unterzunge ist nicht der Hauptmasse nach muskulös, sondern besteht aus einem derben, festen Bindegewebe, in das sich vielleicht nur von der Basis her einige spärliche Längsmuskelstreifen zu verlieren scheinen. Die freie Fläche erhebt sich in lange schmale Papillen, deren Epidermis namentlich in den unteren Lagen stark braun pigmentirt ist.

Bei manchen Fischen (*Sargus* z. B.) finde ich, dass eine schmelzähnliche, gelbe Schicht, vor dem aus dicht aneinander liegenden Zahnkanälchen bestehenden Zahnbein, den zugeschärften Rand des Zahnes bildet. Auch bei Batrachiern (Frosch, Salamander, Proteus) erscheint die Spitze der Zähne von etwas anderem Aussehen und Farbe wie das übrige Zahnbein; sie ist gelblich, mehr homogen und setzt sich wie eine besondere Kuppe ab. Steht diese Bildung vielleicht mit „einer Art Schmelzorgan", welche nach *Owen* beim Frosch und Krokodil vorhanden wäre, in Beziehung? — Die Zähne unserer einheimischen Saurier, z. B. *Anguis fragilis*, haben nichts von einem Schmelzorgan, man sieht leicht, dass sie freistehende verkalkte Papillen sind, in ihrer Jugend von dem Epithel der Mundhöhle überzogen, das nach und nach zu Verluste geht. Beim Landsalamander erhebt sich hinter den Kieferzähnen die Schleimhaut, ähnlich wie bei den Haien, in zahlreiche Papillen, die zuweilen ebenfalls zu Zähnen verkalken. — An den Zähnen des *Myliobates* unterscheidet *Harless* wirklichen Schmelz und führt seine Entwicklung auf verkalkende Epithelplättchen zurück. Es ist mir nicht wahrscheinlich, dass *Myliobates* von den andern Rochen eine Ausnahme machen wird, an deren Zähnen zwar die peripherische Schicht eine etwas andere Lichtbrechung hat, im Ganzen aber nicht wesentlich in ihrem Bau vom übrigen Zahnbein abweicht. — Ueber Einzelheiten im Zahnbau, z. B. wie im Zahnbein die Röhrchen nach ihrer Dünne, Dicke oder sonstigen Form (mit varikösen Erweiterungen beim Dugong), Menge ihrer Zweige u. s. w. sich verhalten; ferner hinsichtlich der sog. Kornsubstanz, *Pondigue* nach *Cuvier*, in der Dentine der Säuger; dann über die Dünne und Dicke der Emailsäulen bei verschiedenen Säugethieren, über das Wechselnde in der Dicke der Cementlage (beim Hund z. B. nur eine dünne Schicht bildend, beim Delphin sehr bedeutend dick, beim *Physeter* fast ebenso mächtig wie das Zahnbein) vergleiche man die bekannten Abhandlungen von *Erdl*, *Retzius*, *Tomes*, sowie als Hauptwerk die Schrift von *Owen* und endlich die jüngst erschienene Arbeit von *Hannover*: Entwicklung u. Bau des Säugethierzahnes in den Verhandl. d. k. Leop. Akad. 1856.

Das „hornige Epithel" im Muskelmagen der Vögel hat auch *Molin* (Studi anatomico morphol. sugli stomachi degli uccelli, Denkschr. d. Wien. Acad. 1850) untersucht. Nach ihm besteht es aus einer Menge von Hornfäden, welche, einzeln oder in Gruppen vereinigt, aus Schläuchen, welche sich in der Matrix befinden, herauswachsen und deren Zwischenräume durch eine aus sehr kleinen Zellen bestehende Substanz ausgefüllt sind, so dass man sich das Ganze unter der Form einer Bürste vorstellen kann, deren Borsten durch eine feste Zwischensubstanz mit einander verklebt sind. Bei einer jungen *Strix passerina*, welche ich noch jüngst vor mir hatte, war die „Hornschicht" des Muskelmagens bedeutend weich und obschon ziemlich viele Zellen aus den unterliegenden Drüsen in sie mit aufgenommen waren, so bestand sie doch der Hauptmasse nach aus einem homogenen Sekrete. — Bei *Procellaria glacialis* theilt sich die starke „Magenbewaffnung" in einzelne „Hornzähne" ab (*G. Carus*).

Die Poren der Cuticula der Darmschleimhaut wurden von *Funke* am Kaninchen entdeckt und darauf von *Kölliker* an verschiedenen Wirbelthieren bestätigt.

In dem Mesogastrium und auch auf der Aussenfläche des Magens der Frösche, dann im Mesometrium der Kaninchen, ferner als Anhänge der Läppchen der Thymus der Katze finden sich mitunter sog. „Wimperblasen", bestehend aus einer bindegewebigen Schicht und aus einem Flimmerepithel. *Remak*, durch den wir zuerst

auf diese Bildungen aufmerksam gemacht wurden, hat ermittelt, dass dergleichen Wimperblasen auf Abschnürungen der Schleimhaut zurückgeführt werden müssen.

Bei Batrachiern (*Rana*, *Bufo*, *Pelobates*, *Salamandra*) trifft man aussen am Magen oder, was gewöhnlicher ist, im Mesenterium, selbst im Fettkörper, abgebrochene Insektenhaare, die von Bindegewebe eingekapselt sind; ebenso sah ich bei einer *Cepola* Skeletstücke von Krustenthieren, welche nach Durchbohrung der Magenwand an der Aussenfläche encystirt waren.

Sechsundzwanzigster Abschnitt.

Vom Nahrungskanal der Wirbellosen.

§. 297.

Darm der Infusorien und Hydren.

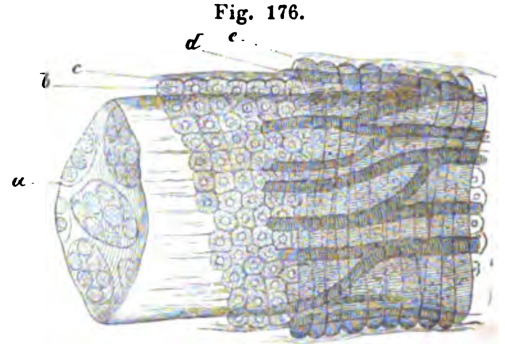
Ueber die feinere Zusammensetzung des gallertig-körnigen Leibes vieler niederer Thierformen, sind bis jetzt unsere Kenntnisse so wenig auslangend, dass sich auch rücksichtlich des Darmkanales vom histologischen Standpunkt aus kaum etwas gehöriges sagen lässt. Bei jenen Infusorien, wo eine Mundöffnung in's Innere leitet, mangelt doch ein von der Körpersubstanz geschiedener Darm; der Raum, den die Bissen beim Niedersteigen durchmessen, ist eine Aushöhlung in der Leibessubstanz, man könnte sagen, eine kanalartige Lücke, und da man beobachtet hat (*v. Frantzius*, *Schmidt*, *Lachmann* bei *Ophridium versatilis*, *Paramaecium*, den Vorticellinen u. a.), wie die Nahrungsballen beständig in derselben Richtung hinabgehen, so darf man schliessen, dass die kanalartige Lücke, welche den Darm repräsentirt, von einer bestimmten bleibenden Form ist; die Grenzschicht der Leibessubstanz, welche den Darmraum bildet, ist nicht so scharf, dass sie als abgesetzte Linie sich bemerkbar macht; nur wie *Lieberkühn* und *Lachmann* gefunden haben, bei *Trachelius ovum* ist die Wand der Verdauungshöhle vom Körperparenchym geschieden, indem wirklich der von *Ehrenberg* beschriebene baumartig verzweigte Kanal im Innern den Darmkanal vorstellt. Bei anderen Infusorien ist der Eingang, sowie der Ausgang der Darmhöhle öfter schärfer conturirt, indem sich eine homogene Grenzhaut nachweisen lässt, die mit der Cuticula der Körperoberfläche in Continuität steht, oder wie man sich gewöhnlicher ausdrückt: ein unten offener Oesophagus hängt in die grosse Verdauungshöhle hinein. In manchen Fällen verdickt sich auch dieses Grenzhäutchen (*Cuticula*) des Mundes zu haarähnlichen Bildungen (der fischreusenähnliche Cylinder in der Mundhöhle von *Prorodon*, *Nassula*, *Amphileptus anser*). — Selbst noch bei Geschöpfen, wie z. B. den Süsswasserpolypen, deren Körpersubstanz eine deutliche Differenzirung in Zellen zeigt, fehlt ein Magen oder Darmkanal, denn was man so nennt, erscheint auch hier nur als innere Höhlung des Thieres ohne besondere Wand, sondern überall einzig und allein begrenzt von den gleichen contractilen Zellen, welche den Polypenleib zusammensetzen.

§. 298.

Zusammensetzung des Nahrungsrohres im Allgemeinen.

Ein morphologisch selbständiger Nahrungskanal scheint erst da aufzutreten, wo das Zellenmaterial, aus welchem der Körper hervorgeht, sich in Gewebe fortgebildet hat, denn zum Aufbau dieses Organes sind, wie bei den Wirbelthieren, bindegewebige Häute und Zellenschichten nothwendig, sehr allgemein auch Muskeln. Der Grundplan nun, den wir in der histologischen Construktion des Traktus der Würmer, Strahlthiere, Mollusken und Arthropoden befolgt sehen, ist so: Bindesubstanz giebt das eigentliche Gerüste und liefert unter der Form einer homogenen starken Membran die sog. *Tunica propria* des Nahrungsrohrs, nach innen von ihr lagert das Darmepithel und nach aussen schlägt sich um sie die *Muscularis.* Da aber häufig die Bindesubstanz von der *Tunica propria* sich zwischen den contraktilen Elementen nach aussen durchzieht, so kann sie auf der äusseren Fläche des Darmes, demnach jenseits der Muskelhaut, abermals eine, wenn auch zartere, membranöse Hülle bilden. Auf solche Art gewinnt der Darmkanal der Wirbellosen eine mit dem der Wirbelthiere analoge Zusammensetzung, denn die *Tunica propria* sammt ihrer Zellenschicht hat ihr Gegenüber in dem Bindegewebsstratum und Epithel der *Mucosa* der Wirbelthiere, die Muskelhaut entspricht in gleicher Linie der *Muscularis*, und im Falle die Bindesubstanz noch einmal an der Aussenseite der Muskelhaut sich membranartig gestaltet, liegt das Aequivalent der *Serosa* vor.

Fig. 176.



Die einzelnen Häute des Darmes vom Flusskrebs.
a die Cuticula (Intima des Darmes) mit zelliger Zeichnung, b die Epithelzellen, c die bindegewebige Tunica propria, d die Längen- und Ringmuskeln, e die Serosa.

§. 299.

Zellenlage mangelt im Schlund der Arthropoden.

Fassen wir nun wieder die Modificationen in's Auge, welche die einzelnen Schichten des Nahrungsrohres erfahren können! Zuvörderst verdient Erwähnung, dass die Epithelzellen im Oesophagus der Arthropoden*) vielleicht durchweg mangeln (ich vermisste sie bei

*) Gelegentlich sei bemerkt, dass die den Saugrüssel bildenden und verlängerten Maxillen der Schmetterlinge mir keineswegs in dem Sinne hohl und den

Phyllopoden, Schmarozerkrebsen, *Ixodes*, den Rotatorien u. a.) und dieser Abschnitt des Tractus dann lediglich aus einer inneren homogenen Chitinhaut und der *Muscularis* besteht. Nach *Heinrich Meckel* fehlen die Zellen auch im Saugmagen der Hymenopteren und Dipteren, im Kaumagen des Krebses (wo ich sie indessen erkenne) und vieler Insekten, ebenso im Mastdarme der letzteren. Dass in dem zum Spinnorgan umgewandelten Mastdarme der Myrmeleonlarve die Zellenlage ebenfalls vollständig mangelt, wie ich angezeigt (*Müll.* Arch. 1855, S. 450) gehört nicht minder hieher.

§. 300.

Darm-flimmerung.

Das Epithel des Verdauungskanales, welches, wie oben dargelegt wurde, nur bei äusserst wenigen Wirbelthieren flimmert, trägt bei Wirbellosen nicht selten Cilien, so bei Acalephen, vielen Würmern, Echinodermen und Mollusken. Die Arthropoden (Krebse, Insekten und Spinnen) entbehren im ganzen Körper und also auch im Tractus der Flimmerung, und nur die Rotatorien, welche eine ausgesprochene Magen- und Darmwimperung besitzen, würden eine Ausnahme machen, wenn man der Ansicht von *Burmeister, Dana* und mir nicht abhold ist, sie den Krustenthieren beizugesellen. — Die Wimperung kann die ganze Innenfläche des Verdauungsrohres überziehen, was z. B. in den Muscheln: Cyclas, Najaden u. a. der Fall ist, oder, und dies dürfte gewöhnlicher sein, die Bewimperung erscheint durch Strecken cilienloser Zellen unterbrochen: Paludina vivipara z. B. hat im ganzen Schlunde Wimpern, im Magen grossentheils, mit Ausnahme einer scharf begrenzten Stelle, der Anfangstheil des Darmes wimpert wieder, der Enddarm ist cilienlos; bei Hyalaea ist die Flimmerung im Magen durch die dort sich findenden festen Platten unterbrochen; bei Helix hortensis wimpert das Epithel des Schlundes nur in bestimmten Längsstrichen, Magen und Darm scheinen gar nicht zu flimmern. Umgekehrt ist der Schlund bei Echinus esculentus ohne Cilien, während Mundhöhle, Magen und Darm damit versehen sind. Bei Cephalopoden wimpert der Darm, nicht der Magen und Schlund. Ohne diese Beispiele zu vermehren, sei blos darauf hingewiesen, dass in manchen Fällen der grösste Theil der Innenfläche des Traktus cilienlos werden kann und nur auf kleinem beschränkten Raume das Epithel in Flimmerhärchen ausgeht. So sehe ich bei Planaria gonocephala lediglich das Schlingorgan, bei Clepsine nur den Mastdarm flimmern, bei Nephelis wimpert eine ganz kurze Strecke der Anfangstheil des Darms, unmittelbar

---

Saugkanal zu erzeugen scheinen, wie *Treviranus* will, denn bei *Sphinx pinastri* sehe ich deutlich, dass in den langen quergeriefelten Blättern der *Lingua spiralis* ein starker Nerv bis zur Spitze verläuft, ebenso Tracheen und quergestreifte Muskeln. Der Saugkanal entsteht durch das Aneinanderlegen der beiden modifizirten Unterkiefer.

hinter dem Sphincter der Magen und Darm trennt, bei **Piscicola** die Stelle, welche sich vor dem letzten Blindsackpaar befindet.

§. 301.

Auch in ihren übrigen Eigenschaften, in Grösse, Form, Inhalt, bieten die Zellen des Darmepithels mannichfache Verschiedenheiten bei einzelnen Gruppen der Wirbellosen dar. Man beobachtet von kleinen rundlichen Bläschen bis zu enorm langen cylindrischen Zellen, wie sie sich im Darm unsrer Gasteropoden (*Paludina*, *Limax* u. a.) finden, alle Zwischenformen. Ungemein gross werden auch die Zellen in dem Darm vieler Insekten und mancher Krebse (z. B. *Oniscus, Porcellio*, wo den Zellen auch eigenthümlich ist, dass unterhalb der Membran eine dicke, granuläre Zone sich bemerkbar macht, welche radiär streifig erscheint), die ungewöhnlich grossen Zellen im Enddarme von der Raupe der *Sphinx Euphorbiae* zeigen verästelte Kerne. Der Inhalt der Zellen ist bald eine helle Substanz, bald blasskörnig, bald sind es gefärbte Körner (gelbbraun z. B. bei *Echinus esculentus*, röthlich bei *Synapta digitata*) oder es füllen auch Fetttröpfchen die Zelle aus.

Fig. 177.



Vom Darm des Oniscus.
a die Cuticula, b die grossen eigenthümlichen Epithelzellen des Darmes, c die Muscularis, d die Serosa.

Aehnlich, wie bei den Wirbelthieren das Darmepithel nach seinem Inhalt aus zweierlei Zellen zusammengesetzt wird, besteht auch die zellige Auskleidung des Darmrohres bei Mollusken aus verschiedenen Zellen, indem die einen von mehr hellem Habitus sind, während sich die anderen durch eine dichte Anfüllung ihres freien Endes mit körniger Masse auszeichnen.

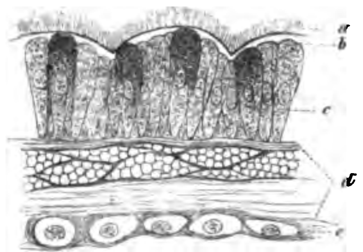
§. 302.

Cuticula oder Intima des Nahrungsrohres.

Im Traktus vieler Wirbellosen kommt es wieder zu sehr ausgeprägten Cuticularbildungen, und mit diesem Gegenstande haben wir uns etwas näher abzugeben. Schon im Darme der Wirbelthiere entsteht, wie oben vorgebracht wurde, durch die Verdickung der freien Zellenenden und deren regelmässige Aneinanderreihung ein heller homogener Saum als Grenzschicht des Epithels, welcher die Bedeutung einer *Cuticula* hat und von feinen Porenkanälen durchsetzt wird. Noch weit auffälliger und mannichfaltiger wird diese Bildung in der Reihe vieler Wirbellosen. Bei manchen Mollusken, im Magen und

Darm von *Helix hortensis* z. B., ist zwar eine glashelle, dicke Schicht, eine *Cuticula* vorhanden, welche durch die aneinander liegenden verdickten Zellenenden erzeugt wird, allein sie ist noch so weich, dass nach Einwirkung von Reagentien diese *Cuticula* die selbständige Existenz, welche sie vorgespiegelt hat, verliert, indem beim Aufblähen der Zellen jede ihr verdicktes Ende für sich behält.

Fig. 178.



Durchschnitt durch die Darmwand von Helix hortensis.
a Cilien, b Cuticularsaum, c die Epithelzellen, d die beiden Muskelschichten (sollten etwas breiter gezeichnet sein), e der seröse Ueberzug mit Bindesubstanzzellen.

An anderen Orten und Arten hingegen gewinnt die Cuticularschicht eine solche Festigkeit, dass man sie wie an der äusseren Haut als ein homogenes Häutchen zu isoliren vermag. Im Magen von *Paludina vivipara* z. B. hat sich an bestimmter Stelle (vergl. Ztschr. f. wiss. Z. Bd. II. S. 162) die *Cuticula* zu einer Membran von knorpelähnlicher Consistenz verdickt, die sich an Exemplaren, welche in heissem Wasser getödtet wurden, als continuirliche Haut mit der Pinçette abheben lässt. Die *Cuticula* verdickt sich ferner lokal zu den Zungenplatten und Kiefertheilen der Schnecken, Tintenfische und Würmer (Zähne der Egel, Kauapparat der Kiemenwürmer) zu den Magenzähnen der *Aplysia* und den Hornplatten im Magen anderer Mollusken. Auch den s. g. Krystallstiel im Magen der Najaden und von *Cyclas* zähle ich zu den Cuticularbildungen.

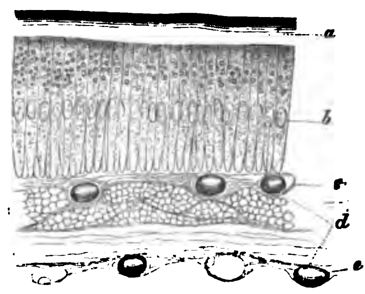
§. 303.

Bei Mollusken.

Wendet man die Aufmerksamkeit auf den Bau solcher verdickter Cuticularschichten, so erfährt man immer, dass die Hauptsubstanz eine homogene und, weil geschichtet, streifige Materie ist; die Magenzähne der *Aplysia*, welche die Farbe und Consistenz des Hyalinknorpels haben, zeigen mir diese Beschaffenheit nicht minder, wie der Krystallstiel von *Anodonta* und *Cyclas* oder wie die mit Kalilauge behandelten Kiefer von *Helix pomatia*. Heftet man den Blick auf die untere Fläche dieser Cuticularprodukte, da wo sie den Zellen unmittelbar aufsassen, so hat man eine mosaikartige Zeichnung, wie von einem Epithel herrührend, zur Ansicht, allein man muss dieses Bild, wie ich schon in meiner Arbeit über *Paludina* that (a. a. O. S. 163), damit erklären, dass die polygonalen Enden

der die *Cuticula* abscheidenden Zellen sich in der homogenen Masse in Abdrücken erhalten. Auch kann man in den unteren Schichten, z. B. der Kiefer der Schnecken, einzelnen wirklichen Zellen, da und dort eingestreut, begegnen, ähnlich, wie man in der schwielig verdickten *Cuticula* des Muskelmagens der Vögel zwischen der homogengeschichteten Substanz auf einzelne Zellen stösst; sie scheinen mir indessen keinen wesentlichen Bestandtheil zu bilden, sondern mehr, wenn man sich so ausdrücken darf, zufällig mit hineingerathen zu sein. — Die Härte der Cuticularbildungen wird auch bei den Mollusken durch Chitinisirung der Substanz erzeugt (Kiefer der Schnecken und Cephalopoden z. B.) und in noch höherem Grade selbst durch Imprägnirung mit Kalk, wovon die Magenplatten der *Bullaea* ein Beispiel abgeben. (Verschiedene Autoren nennen irrthümlich die Magenskelete der Bullaeen „hornig", *G. Carus* jedoch bezeichnete sie bereits von *Bullaea lignaria* in den Erläuterungst. z. vergl. Anat. mit dem Namen „Kalkschale des Magens." Nach *Hancock* wären bei den Eolidien die Zungenzähne durch Kieseltheilchen erhärtet, was auch bei *Buccinum* und andern der Fall sein soll.)

Fig. 179.



Durchschnitt aus einer Magenabtheilung von Paludina vivipara. a dicke Cuticularbildung, b Cylinderzellen, c Tunica propria des Magens, die Bindesubstanzzellen derselben sind mit Kalkkugeln gefüllt, d die beiden Muskelschichten, e die Serosa, auch hier die Bindesubstanzzellen zum Theil kalkhaltig.

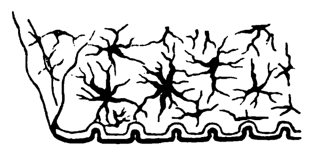
§. 304.

Bei Arthropoden.

Bei Krebsen, Spinnen, Insekten ist die *Cuticula* des Traktus, gewissermaassen in Uebereinstimmung mit dem entwickelten Zustande derselben auf der äusseren Haut noch allgemeiner als ein selbständiges Gebilde vorhanden, das namentlich im Schlunde (auch bei Hirudineen hier sehr deutlich) und Mastdarm als eine ziemlich dicke Haut gesehen wird, dann auch vorzüglich im Kaumagen der Insekten und Krebse zu mancherlei zahnartigen Vorsprüngen und haarförmigen Verlängerungen sich umgestaltet. Obschon auch hier die *Cuticula* und ihre Verdickungen aus homogener, geschichteter Substanz bestehen, welche durch den Chitinisirungsprozess eine verschiedene Härtung erfahren haben, so trifft man doch abermals auch mitunter sehr

zierliche Zeichnungen und Skulpturen, die für den ersten Blick den Glauben an eine zellige Zusammensetzung aufkommen lassen und auch einige Forscher getäuscht haben. Beim Flusskrebs z. B., wo die *Cuticula* an Exemplaren, die einen Tag lang in Chromsäure gelegt wurden, als ein vollständiger Schlauch aus dem Darm herausfällt, hat diese homogene Intima grössere Felder und innerhalb dieser wieder kleinere, die mit feinen Höckern besetzt sind. Und doch sind letztere trotz aller Aehnlichkeit keine Zellen, sondern nur der Abdruck der darunter gelegenen Zellen. (*H. Meckel* hielt die Intima des Krebses nicht für strukturlos, sondern sie bestehe, wie „die hornige Epidermis" aus zackig ineinander greifenden Zellen.) Im Proventrikel von *Procrustes coriaceus* sieht man wabige Bildungen, in deren Grund wieder feinere, sternförmig gestellte Faltenzüge erblickt werden. Aehnliches zeigt sich im Kropf von *Locusta viridissima.*

Fig. 180.



Ein Stück Cuticula aus dem Kropfe von Locusta viridissima, um die den Knochenkörpern ähnlichen Skulpturen zu zeigen.

Man ist anfänglich überrascht von der Uebereinstimmung der Bilder mit Knochenkörperchen oder Bindegewebskörperchen, und doch sind es nur, wovon nähere Besichtigung überzeugt, Faltenbildungen. Im Darm erheben sich die Leisten der Intima zu regelmässigen, polygonal sich begrenzenden Alveolen. So halte ich auch die „Zellen" und die „den einzelnen Zellen aufsitzenden Stacheln", welche *Karsten* in *Müll.* Arch. 1848. Taf. X. Fig. 9 von *Brachinus* abbildet, bloss für Skulpturen der homogenen *Cuticula*, nicht minder die „Drüsenhaut" Fig. 10 aus dem Magen, und die den Knochenkörpern ähnliche Darstellung auf Fig. 8.

§. 305.

Porenkanäle der Cuticula.

Es scheint, als ob bei etwelcher Dicke der homogenen Intima des Darmes auch in ihr Porenkanäle wiederkehren können. Ich beobachte wenigstens im Magen der Raupe von *Noctua aceris* eine

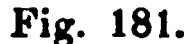
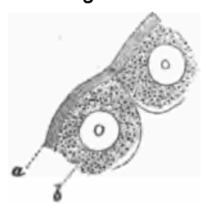


Fig. 181.



Aus dem Darm der Raupe von Noctua aceris.
a die mit Porenkanälen durchsetzte Cuticula, b die Epithelzellen.

verhältnissmässig starke *Cuticula*, welche in sehr klarer Art von dichtstehenden, senkrechten Strichen durchbohrt ist und auf mich den Eindruck von Porenkanälen machten; bei längerem Verweilen im Wasser quoll die Intima auf und die Kanäle wurden dadurch weiter.

§. 306.

Verkalkte Chitingebilde.

Wie bei verschiedenen Krebsen das Chitingewebe des Hautpanzers durch Verkalkung sich erhärtet, so wird nicht minder die grössere Härte der Magenzähne im Kaumagen, z. B. von *Oniscus*, *Porcellio*, durch Aufnahme von Kalk in die Cuticularsubstanz zu Wege gebracht.*) (In die Zähnchen der Mundfalten von *Haemopis* habe ich nach früheren Aufzeichnungen gleichfalls anorganische Kügelchen eingelagert gesehen.)

Da eben von Zahngebilden die Rede ist, so mag eingeflochten sein, dass das Kaugerüst des *Echinus*, dann der bei *Synapta* den Schlund umgebende Knochenring, wie die verkalkte Lederhaut der Echinodermen aus organischer Grundlage und Conglomeraten von Kalkstückchen zusammengesetzt werden, die eigentlichen Zähne indessen von *Echinus*, welche auch schon in Form und Aussehen an die Zähne höherer Thiere erinnern, werden nach *H. Meyer* (*Müll.* Arch. 1849. S. 195) aus Schmelzfasern gebildet, welche in drei Ordnungen zusammengelagert sind.

§. 307.

Darmdrüsen.

Nachdem im Vorhergegangenen gezeigt wurde, dass die *Tunica propria* des Darmes in Gemeinschaft mit dem darüber ausgebreiteten Zellenbeleg der *Mucosa* der Wirbelthiere gleichzusetzen ist, so muss jetzt zur Sprache kommen, ob auch bei Wirbellosen durch Einstülpung der beiden Schichten Darmdrüsen entstehen. Die Beantwortung dieser Frage hängt von der subjektiven Auffassung ab. Es faltet sich nämlich bei den verschiedensten Mollusken, Annulaten, Echinodermen etc. die Innenfläche des Darmes oft eben so dicht und zierlich, wie im Darm der Amphibien und Fische, und ich möchte wohl diesen grösseren Crypten oder Vertiefungen zwischen den netzartigen Falten den Namen Drüsen beilegen; wer aber nur den ganz feinen Einsenkungen der Schleimhaut die Bezeichnung von Drüsen zugestehen will, der wird den meisten Wirbellosen die Darmdrüsen absprechen

---

*) Auch die sog. Krebssteine möchte ich in die Reihe der verdickten und verkalkten Cuticularbildungen rücken. Untersucht man nämlich die ersten scheibenförmigen Anfänge derselben, welche zwischen der Zellenlage und der Intima des Magens auftreten, so sieht man deutlich, dass sie nicht einfach aus abgelagertem Kalk entstehen, sondern der Abscheidung des Kalkes geht eine Abscheidung homogener organischer Lagen, d. h. Verdickung der Cuticula voraus, welche sich an dem Rande des isolirten scheibenförmigen Krebssteines als ein Saum bemerklich macht, dessen Eigenschaften mit denen der Cuticula übereinstimmen. Durch die hier angenommene Entstehungsweise ist es denn weiter bedingt, dass die noch dünnen Krebssteine, namentlich an den dünnen Rändern von zahlreichen Porenkanälen durchsetzt sind, die wohl auch an ausgebildeten nicht fehlen werden.

müssen. Bei den Cephalopoden sollen schlauchförmige Drüsen im Darm zugegen sein; bei *Piscicola* kommen im Darm eigenthümliche grosse Zellen vor, zu mehren von einer gemeinschaftlichen Kapsel umgeben, die vielleicht ebenfalls drüsiger Natur sind. In die Kategorie der Drüsen können auch die zahlreichen, kurzen und dünnen zottenartigen Hervorragungen aufgenommen werden, die am Magen vieler Insekten sichtbar sind. Wie bereits *Bergmann* und *Leuckart* richtig bemerken, sind sie keine Ausstülpungen des gesammten Darmrohres, indem ihnen die Muskellage fehlt und sie nur aus der bindegewebigen *Tunica propria* und den Sekretionszellen bestehen; auch *H. Mekel* beschreibt so die halbkugeligen *Recessus* am Magen der *Musca vomitoria* und die Blinddärmchen am Magen der Larven von pflanzenfressenden Käfern, jedoch muss ich beifügen, dass bei *Staphylinus maxillosus*, wo die meisten der Blindsäckchen die eben gemeldete Struktur haben, doch einige noch mit deutlichen quergestreiften Längen- und Ringmuskeln überzogen werden, also Ausstülpungen der vollständigen Darmwand darstellten, was natürlich ihrer Bedeutung als Drüsen nicht den mindesten Eintrag thun kann. *H. Mekel* fand auch die Blindsäcke hinter dem Kaumagen der Orthopteren innen mit parallelen Falten besetzt und dazwischen nach aussen gehende Blindsäckchen, die er den Lieberkühn'schen Drüsen vergleicht. — Was den „merkwürdigen Abschnitt des Chylusmagens“ bei *Pentatoma* betrifft, in den „vier Reihen eng mit einander verbundener Drüsenreihen einmünden“ *(v. Siebold)*, so kann man diese Bildung dem gekammerten Endtheil des *Ductus deferens* von *Chimaera* z. B. vergleichen. Auffallend war mir, in den Kammern einer lebenden solchen Wanze dichte Massen von vibrionenartigen, sich bewegenden Wesen zu erblicken, was bekanntlich auch vom Magen einiger Säuger beobachtet wurde. Den mancherlei grösseren blindsackigen Anhängen am Darm der Wirbellosen, z. B. dem Blindsack am Magenausgang der Cephalopoden, den paarigen langen Anhängen bei *Haemopis*, *Hirudo* u. a. muss wohl immer eine drüsige Natur zugesprochen werden, und wie mir scheint besonders auch auf den Grund hin, weil ihre Epithelzellen alle (bei *Haemopis* z. B.) mit grösseren Kügelchen stark angefüllt sind, während im übrigen Darmepithel solche Zellen nur zerstreut vorkommen.

§. 308.

Rektaldrüsen der Insekten.

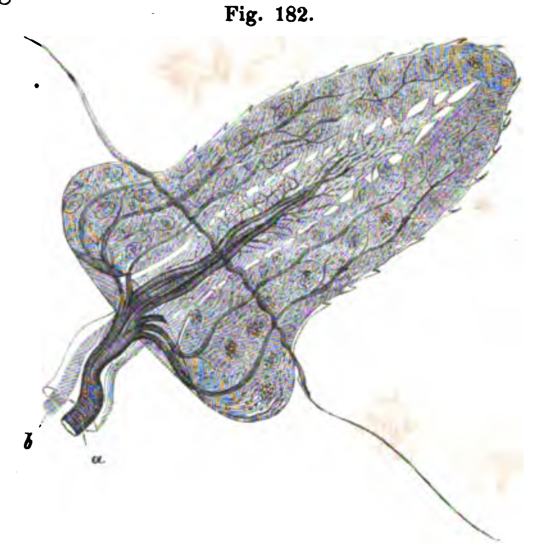
Im Dickdarm vieler Insekten finden sich „Wülste von räthselhafter Bedeutung“, über die andere Zootomen die Meinung äussern, dass es Drüsen („Rektaldrüsen“) seien. Ich kann mich nicht zu dieser Ansicht halten, sondern möchte in fraglichen Organen besonders geartete Papillen und Falten des Darmes erkennen. Es fusst diese Betrachtung auf der Untersuchung von *Musca domestica, Eristalis tenax*, *Pulex*, *Acheta campestris*, *Locusta viridissima*, *Forficula auricularia*, *Formica herculanea*, *Apis*. *Vespa*, *Menopon pallidum* und

mehrer Schmetterlinge. Bei *Musca, Eristalis* und *Pulex* ragen sie in Form von vier kegelförmigen Gebilden in's Innere, bei *Forficula, Formica* und den Schmetterlingen sind es rundliche Körper*), bei den übrigen genannten Arten haben sie eine längliche Gestalt. Am genauesten ist mir der Bau von der Stubenfliege bekannt, wo er folgendermaassen sich verhält. Zu innerst erscheinen die Kegel überzogen von einer homogenen, mit nach oben gekrümmten Häckchen versehenen *Cuticula*, darunter kommt eine starke Lage von Zellen, deren Kerne gross und deutlich, weniger klar die Membranen sind. Die Zellenlage ist nach innen durch ein homogenes Häutchen abermals abgegrenzt. Die bis jetzt bezeichneten Theile bilden eigentlich zusammen eine hohle Einstülpung in den Darm, indem die mit Häckchen ausgestattete *Cuticula* mit der Intima des Darms in Continuität steht und das Häutchen, welches den Innenraum des Kegels auskleidet, eine Fortsetzung der den Darm äusserlich umhüllenden homogenen Bindesubstanz ist. Letztere verdickt sich gerade da, wo die Einstülpung statt hat, zu einem bräunlichen, gezacktrandigen Ring. (An frisch getödteten Fliegen kommt er durch die Contraktion der Darmmuskeln etwas höher hinauf zu liegen.) In den Hohlraum des Kegels erhebt sich nun von aussen her ein Zapfen, der aus Tracheen und dem dazu gehörigen Bindegewebe besteht. Er ist scharf abgegrenzt und von seiner Oberfläche spannen sich zu dem, den Innenraum des Kegels auskleidenden Häutchen zahlreiche kleine Bälkchen herüber. Zu jedem Kegel gehen zwei starke Tracheenstämmchen, die sich so verästeln, dass eine Anzahl von Längsgefässen durch Verzweigen die Zellen umspinnen, ein anderer Theil in den inneren Zapfen des Kegels tritt und hier in ein sehr dichtes Netz ausgeht, das für sich abgeschlossen ist. Endlich, was noch beachtenswerth scheint, es tritt in den Zapfen jedes Kegels ausser den Tracheen ein Nervenstämmchen herein, über dessen weiteres Verhalten bei der Zartheit des Objektes nichts zu erforschen ist. Bei *Eristalis* bieten die Kegel im Wesentlichen dieselben Strukturverhältnisse wie bei *Musca* dar, nur ist die *Cuticula* hier glatt, ohne Häckchen. Bei *Forficula, Acheta* etc. ist die Chitinisirung der Bindesubstanz zu einem braunen Ring um die Basis des Organes stärker als in den *Musciden. Melophagus* zeigt „die convexe Fläche der vier ovalen Wülste mit kurzen, steifen Plättchen überwachsen" (*Leon Dufour, v. Siebold*); eine ähnliche Bildung habe ich nach einer Beobachtung, die ich nicht mehr wiederholen konnte, in *Omaloplia brunnea* gesehen. Die Form der Zellen unter der *Cuticula* ist im Allgemeinen rundlich oder cylindrisch, der Inhalt immer fein punktirt. Ueberall erhalten die fraglichen Organe eigene Tracheen,

*) Auch in der Käfergattung *Silpha*, wo sie in grösster Menge, zu Hunderten vorhanden sind, haben sie eine rundliche Gestalt, sind dabei übrigens kleiner als jene der oben genannten Arten.

deren Stärke und Reichthum der Verästelung sich jedoch nicht gleich bleibt, und bei den Fliegen z. B. bedeutender als bei den Schmetterlingen ist.

Fig. 182.



Eine sog. Rektaldrüse von Musca domestica.
a Tracheen, b das Nervenstämmchen. (Starke Vergr.)

Wenn ich nach dem Gesagten die Gründe zusammenfasse, welche gegen die drüsige Natur der s. g. Rektaldrüsen sprechen und eher die Meinung, dass es Darmpapillen von besonderer Art seien, rechtfertigen, so sind es diese. Die berührten Gebilde weisen sich bestimmt als Einstülpungen des Darmrohres nach innen aus, wobei sich allerdings nur die Intima, die Zellenlage und die äussere Bindesubstanz des Darmes betheiligen. Ganz abgesehen davon, dass an ihrer Wölbung jegliche Oeffnung mangelt, wäre es gegen alle Analogie, dass eine Darmdrüse durch Einstülpung der Darmwand nach innen zu Stande käme. Es lehrt vielmehr die Betrachtung der Darminnenfläche von Insekten mit länglichen „Rektaldrüsen", dass fragliche Gebilde lediglich modifizirte Partien der auch sonst vorhandenen Längsfalten des Dickdarmes sind. So verlaufen sie bei den Grillen, den Heuschrecken in gleicher Linie mit den Längsfalten und grenzen sich nur durch den braunen chitinisirten Ring an ihrer Circumferenz von den Falten ab. Die Tracheen übrigens, welche bei Fliegen, Schmetterlingen etc. nur in der Pseudodrüse endigen, erstrecken sich z. B. bei der Feldgrille vorn und hinten über dieselbe hinaus und in die gewöhnliche Darmfalte hinein. Dann ist es ferner von grossem Belang und nicht mit Drüsenstruktur vereinbar, dass in den Hohlraum der Einstülpung ein dieser entsprechend geformter Zapfen ragt, der zur Entfaltung eines oft sehr dichten Tracheennetzes dient, sogar aus nichts anderem als aus Bindesubstanz und Tracheen besteht, wozu noch

ein Nervenstämmchen kommt. Die Zellen unter der *Cuticula* stimmen in ihren Eigenschaften nicht ganz mit den übrigen Zellen des Darmes, letztere sind, wie ich mir wenigstens von *Forficula auricularia* genauer angemerkt habe, kleiner und bleiben in Essigsäure hell, während die grossen Zellen des kugeligen Wulstes dunkel werden. Und so glaube ich nach obigen, allerdings etwas abgerissenen Mittheilungen annehmen zu können, dass die s. g. Rektaldrüsen, *boutons charnus* nach Dufour (der sie für muskulös hält und in Verbindung mit der Defäcation stehen lässt), *glandular protuberances* der englischen Autoren kaum mit der Sekretion etwas zu thun haben, sondern passender sehr entwickelten Papillen oder modifizirten Partien der Darmfalten vom morphologischen Standpunkt aus verglichen werden.*)

§. 309.

Muskularis des Darmes.

Was die Muskelhaut des Darmes betrifft, so mangelt sie öfters, was ich z. B. bei kleinen *Acarinen*, bei *Cossus*, am gekammerten Chylusmagen von *Pentatoma* bemerke, nach Leuckart auch bei den Salpen. Das Nahrungsrohr besteht dann nur aus der *Tunica propria* und den Epithelzellen. Wo sie vorhanden ist, scheidet sie sich gewöhnlich in zwei Lagen, in Längs- und Ringfasern, und nimmt man Rücksicht auf die weitere Beschaffenheit der Elemente, so bemerkt man, dass bei Würmern, Echinodermen und Mollusken die Fasern von einfacher Natur, ohne Querstreifen sind, wobei jedoch zu beachten, dass manchmal, besonders am Schlundkopf (z. B. von *Sepiola*, *Paludina*, *Echinus* u. a.) durch eine regelmässige Lagerung des körnigen Inhaltes in der einfachen Faser, diese sich dadurch zur quergestreiften hinüberbildet.

Andererseits erscheint die Darmmuskulatur der Insekten, Spinnen und Krebse quergestreift, doch giebt es da Ausnahmen, wenigstens haben nach Frey und Leuckart kleine saugende Insekten, sowie die Krustaceen *Crangon*, *Mysis*, *Balanus* glatte Fasern. Bei Rotatorien sind die Muskeln des Darmes glatt, die des Schlundkopfes einiger Arten (*Notommata Sieboldii* z. B.) bestehen aus exquisit quergestreiften Elementen. Es ist auch eine ziem-

*) Ich habe jüngst noch diese Organe bei *Phryganea grandis* untersucht, wo sie von einer Struktur sind, dass ein Streiflicht auf die eigentliche Function geworfen zu werden scheint. Die fraglichen Bildungen sind hier umfänglich, von länglicher Gestalt, in das Innere springen von beiden Seiten her regelmässig gestellte häutige Septen vor, die zum Tragen der Tracheenausbreitungen dienen, in den freien Räumen dazwischen waren viele Blutkügelchen angehäuft. Mir däucht nun, dass die „Rektaldrüsen" der *Phryganea* den Uebergang bilden zu den sog. „Tracheen-Kiemen" im Mastdarm der Libellenlarven. Berücksichtigt man nämlich, dass die besagten Organe immer durch ganz besonderen Tracheenreichthum sich auszeichnen, ferner dass (vergl. unten) bei Wirbellosen eine „Darmathmung" eine allgemeinere Erscheinung sein dürfte, so möchten auch die abgehandelten Gebilde mit der Respiration durch die Darmfläche in näherer Beziehung stehen.

lich gewöhnliche Erscheinung, dass die Muskelcylinder in der äusseren oder Längsschicht bei Annulaten (*Piscicola* z. B.), sowie bei den Krebsen und Insekten eine verästelte Form darbieten.

§. 310.

Seröse Haut.

Der Serosa des Darmes ist es bei *Aphrodite aculeata*, dann den Bryozoen, den Echinodermen (*Synapta, Echinus* z. B.) eigenthümlich, dass sie flimmert (v. Allman bezweifelt mit Unrecht die Cilien bei den Bryozoen, ich sehe sie deutlich bei *Plumatella*). Als ein selteneres Vorkommniss könnte betrachtet werden, dass bei *Synapta digitata* im Mesenterium eine netzförmige Muskulatur sich ausbreitet, allein mir scheint, dass sich dazu Analogieen finden; so sind die Bauchfellzüge, welche bei den Schnecken das Nahrungsrohr umgeben und festhalten, da und dort mit Muskeln durchstrickt; nicht minder möchte ich die zahlreichen Scheidewände hierherziehen, welche bei Ringelwürmern den Darm gleich wie durch Mesenterien in der Leibeshöhle befestigen und hauptsächlich aus Muskelcylindern bestehen.

§. 311.

Fettkörper.

Die Stelle der Mesenterien vertritt bei den Arthropoden der s. g. Fettkörper, welcher in seiner entwickelten Form aus fetthaltigem Bindegewebe und Tracheen besteht. Bei *Ixodes testudinis* durchzieht zur Befestigung der Eingeweide ein Balkenwerk den Leibesraum, welches, obgleich das Aequivalent des Fettkörpers vorstellend, ohne Fettgehalt ist. Das Balkennetz ist aus verschmolzenen Zellen hervorgegangen, deren Kerne permanent bleiben. Die Verwachsung der Zellen scheint in der Art erfolgt zu sein, dass röhrenartige Gebilde entstanden, in denen die ursprünglichen Kerne und eine Punktmasse liegen. Hier und da sitzen dem Balkengewebe grössere Blasen an, in denen man wahrhaft riesige Kerne erblickt. Die sogenannte Peritonealhülle der Tracheen ist die unmittelbare Fortsetzung des Balkengewebes und beide sind in jeglicher Beziehung eine und dieselbe Substanz. — Wendet man dem Fettkörper, z. B. von *Gammarus pulex*, die Aufmerksamkeit zu, so zeigt er sich als ein helles Netzwerk, entstanden aus zusammengeflossenen Zellen, deren Kerne überall noch vorhanden sind. Dazu kommen jetzt Fetttropfen als Ablagerungen in's Innere der netzförmigen Bindesubstanz. Will man vom Fettkörper der Insekten sich überzeugen, dass er lediglich Bindegewebe mit eingeschlossenen Fetttropfen ist, so nehme man Stellen zur Ansicht, in welchen das Fett ganz oder fast ganz mangelt. Sehr gut eignet sich z. B. von *Locusta viridissima* jener Theil, welcher an der Spitze der Eierstöcke sich findet; wem die verschiedenen Modifikationen des Bindegewebes bei höheren Thieren bekannt sind, wird da augenblicklich die Spezies der netzförmigen Bindesubstanz erkennen. Man hat helle, strahlig ausgewachsene Zellen vor sich, deren Ausläufer mit einander verschmelzen, und aus den Knotenpunkten leuchten die Kerne

klar hervor. Fetttropfen fehlen hier; ist indessen eine grössere Partie des Gewebes ausgeschnitten worden, so kann man den Uebergang des zarteren und fettlosen Bindegewebes in fetthaltiges, d. h. in den echten Fettkörper verfolgen. In letzterem erscheint das Balkenwerk von beträchtlicherem Umfang und ausser den Zellenkernen nimmt eine mehr oder minder reichliche Fettniederlage das Innere der Bindesubstanz ein.

In den äusseren Umrissen kann der Fettkörper in den verschiedenen Insektengattungen und nach den Lebenszuständen sehr variiren, blätterig, lappig, traubenförmig, netzförmig (sehr zierlich z. B. bei *Tipula oleracea*) sein; mitunter ist er auch in einem solchen Grade mit Fett erfüllt, dass eine weitere Untersuchung sehr erschwert wird. Die Farbe richtet sich öfter nach der vorherrschenden Farbe des Thieres; sie ist z. B. bei *Trichodes apiarius* roth, bei *Zerene grossulariata* gelb, bei *Pentatoma* grün. Aus dem Voranstehenden ergiebt sich auch, dass der Vergleich des Fettkörpers mit dem Netze der höheren Thiere, wie ihn frühere Beobachter, namentlich *Malpighi* und *Cuvier*, machten, auch vom histologischen Standpunkt aus vollkommen richtig ist.

§. 312.

Weiterhin sei vorgebracht, dass bei *Cossus hesperidum* die Zellen des Fettkörpers sich auf eine bemerkenswerthe Weise nach Einwirkung von Essigsäure verhalten. Wird das genannte Reagens zugesetzt, so ändert sich der Inhalt der Fettzellen dahin um, dass aus der Zelle flüssiges Fett in Form kleiner Kügelchen austritt, der zurückbleibende Theil aber, in Nadeln anschiessend, krystallinisch sich umgestaltet. Es erinnert dieser Hergang an die Fettzellen mit Margarinkrystallen, wie sie nicht selten bei Wirbelthieren beobachtet werden.

Ein Gegenstand der besonderen Erörterung ist das Vorkommen von eigenthümlichen Substanzen in dem Fettkörper, und zwar zugleich mit dem Fett. Schon früher habe ich bezüglich des Fettkörpers von *Locusta viridissima* und *Decticus verrucivorus* angezeigt, dass hier ausser den gelben Fettkügelchen noch eine andere Substanz getroffen wird, die sich unter der Form von verästelten schwarzen (bei auffallendem Licht weissen) Flecken bemerkbar macht und aus kleinen Körnchen sich zusammensetzt, welche in Essigsäure aushalten und in Kalilauge schwinden. Diesen Thieren kann ich jetzt auch *Menopon pallidum* (aus dem Gefieder des Haushuhns) anreihen, bei welchem gleichfalls in dem Fettkörper ausser den Fettkügelchen eine dunkle, Körnchenhaufen bildende Materie vorkommt, welche in Kalilauge sich löst, indessen die Fettkügelchen unverändert bleiben, höchstens etwas erblassen. Von grossem Interesse ist mir übrigens in der beregten Hinsicht die Untersuchung unserer Leuchtkäfer (*Lampyris spendidula*) geworden, indem sich gezeigt hat, dass hier die leuchtende Substanz ebenfalls im Fettkörper deponirt ist, aber

von den Fettkügelchen auf den ersten Blick sich unterscheidet. Der Fettkörper, nach seinen Umrissen betrachtet, bildet zum Theil Beutelchen, durch zarte Stiele sich anheftend, zum Theil mehr ästig gelappte, auch wohl compaktere Massen. Die Zellen des Fettkörpers enthalten

Fig. 183.

a b c d

Fettkörper von Lampyris.
a Vom Leuchtorgan des Männchen nach Behandlung mit Kalilauge, b vom Fettkörper des Männchen und ohne die anorganischen Kügelchen, c Fettkörper des Weibchen, in welchem die dunklen Kugeln die anorganische Masse bezeichnen, d zwei Kugeln der letzteren frei und stärker vergrössert, darunter mehre derselben innerhalb der Sekretbläschen (sind im Holzschnitt etwas übel ausgefallen).

nun, wie der erste Anblick lehrt, ausser den Fettkügelchen noch andere Kugeln und Körnchen, viel dunkler als die Fettkügelchen, und die grösseren von einem Habitus, der lebhaft an die Concremente in den Nierenzellen der Schnecken erinnert; sie weisen selbst die gleiche strahlige Zeichnung auf, wie jene, ja noch mehr, sie stecken auch in besonderen Hohlräumen der Zellen, gewissermaassen in Sekretbläschen. Und nicht bloss das äussere Ansehen unterscheidet sie scharf von den Fettkügelchen, auch ihre chemische Beschaffenheit ist ganz different, denn nach Zusatz von Kalilauge lösen sie sich vollständig, indessen die Fettkügelchen bleiben. Die männliche und weibliche *Lampyris* verhalten sich etwas verschieden bezüglich der Vertheilung und Ansammlung dieser Substanz im Fettkörper. Beim Weibchen enthält der Fettkörper des ganzen Abdomens die beschriebenen grösseren Concretionen ausser den Fettkügelchen, und bekanntlich leuchtet auch beim Weibchen, wenn gleich schwächer, der ganze Hinterleib; beim Männchen nur die letzteren Hinterleibssegmente. Der Fettkörper des Männchens entbehrt aber auch bis auf die bezeichnete Stelle der Leuchtkörnchen. Am intensivsten phosphoresciren beide Geschlechter an der Bauchseite der Hinterleibssegmente, wo sich das eigentliche Leuchtorgan vorfindet, dadurch gebildet, dass hier die Zellen einer

compakten Fettkörpermasse auf's dichteste mit der fraglichen Substanz, beim Männchen selbst mit Ausschluss aller fettigen Elemente angefüllt sind. In diesem eigentlichen Leuchtorgan sehe ich beim Männchen und Weibchen die leuchtende Substanz nur in Molekularform und nicht in grösseren Concretionen. Das Leuchtorgan der Lampyriden ist daher, wie schon *Treviranus* aussprach, morphologisch genommen, ein modifizirter Fettkörper, aber die leuchtende Substanz ist nicht Fett, sondern ein anorganischer Körper, der in den Zellen des Fettkörpers sich abscheidet. *Morren* hat bereits 1841 behauptet, dass das Leuchten von Phosphor herrühre, der unter die Fettsubstanz gemischt sei, und das Mikroskop weist, wie ich gezeigt habe, eine Substanz nach, welche man für den Phosphor halten möchte. Die zahlreichen Tracheen, welche sich im Leuchtorgan verzweigen, unterhalten durch die Luftzufuhr den Verbrennungsprozess und, wie man am lebenden Thier bemerkt, das Glühen wird stärker, je lebhafter die Respiration ist.*)

§. 313.

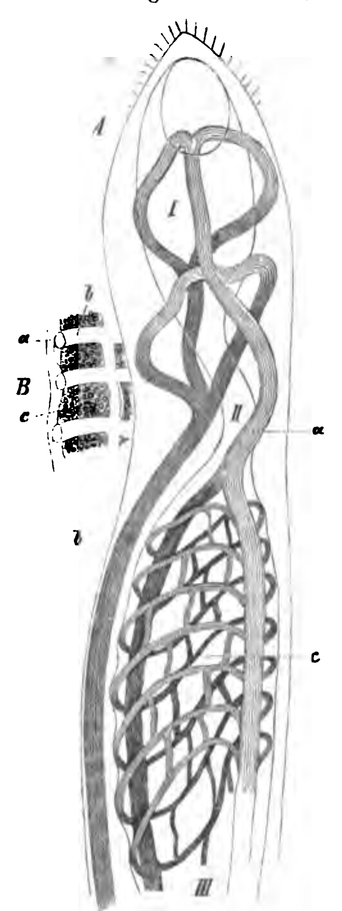
Pigmente, Nerven und Blutgefässe.

Dass die zum Darm gehörigen Gewebe auch bei den Wirbellosen pigmentirt sein können, soll nur nebenbei erwähnt werden; bei *Echinus esculentus* sehe ich auch in den Muskelcylindern die gleichen gelben Körner, wie sie im Darmepithel sich finden. An die *Muscularis* des Darmes bemerkt man bei verschiedenen Annulaten, Mollusken und Arthropoden Nervenstämmchen herantreten, allein die schon mehrmals berührte Blässe und fein molekuläre Beschaffenheit derselben zwingt uns, von einem weiteren Verfolgen abzulassen. Die wenigen wirbellosen Thiere mit individualisirten Blutgefässen (Annulaten, Cephalopoden) lassen diese auch an den bindegewebigen und muskulösen Darmschichten erkennen, ich sehe z. B. den Darm von *Haemopis* sehr reich an Gefässen, und an *Chaetogaster* habe ich die Art der Verbreitung näher in's Auge gefasst. Hier gehen vom Rückengefäss zahlreiche Gefässe ab, welche, in der *Tunica propria* des Nahrungsrohrs verlaufend, den Magen und Darm reifartig umstricken, und indem sie sich durch seitliche Aeste untereinander verbinden, entstehen strickleiterähnliche Maschen. Auf der Bauchseite sammeln sich die Ringgefässe zu einem medianen Längsstamm, der, weiter hinten vom Darm weggehend, in das Stammgefäss des Bauches einmündet. Vergl. die Figur der folgenden Seite.

Ueber den Verdauungsapparat der Infusorien schwankt die Meinung noch herüber und hinüber. Nach *Ehrenberg* besitzt die eine Ordnung (*Anentera*) viele eigenwandige Magenblasen, die mit einem Stiel in die Mundöffnung führen; bei der anderen Ordnung (*Enterodela*) ist ein Darmkanal vorhanden mit Mund und Afteröffnung versehen und die Magenblasen münden in den Darmkanal ein. Ein anderer Forscher, der sich nicht wenig in dem Studium dieser Thiergruppe um-

*) Bei *Julus terrestris* finden sich im Fettkörper ebenfalls die Concremente, und zwar in grösster Menge, nicht aber bei *Scolopendra electrica!*


Fig. 184.



A Chaetogaster, um die Gefässe in der Wand des Tractus zu veranschaulichen. I Schlundkopf, II Schlund, III Magen: a Rückengefäss, b Bauchgefäss, c Gefässnetz des Magens.

B Stückchen vom Magenrand: a Tunica propria, b die Blutgefässe, c die Substanz der Leberzellen.

gethan hat, *v. Siebold* nämlich, lehrt den *Ehrenberg*'schen Ansichten entgegen, dass wenn ein Mund bei den Infusorien zugegen sei, doch selbst bei Gegenwart eines Schlundes und eines Afters ein bestimmt abgegrenzter Darm fehle, die Speisebissen schieben sich nach *v. Siebold* auf ganz unbestimmten Wegen vom Ende des Oesophagus bis zum After hin. Mir scheint aber, in Uebereinstimmung mit den oben namhaft gemachten Beobachtern, wie wenn ein bestimmt abgemessener Raum als Darmkanal fungire. Wenn ich die histologischen Verhältnisse des Darmkanales der Infusorien durch etwas Analoges erklären möchte, so scheint es ungefähr der Fall zu sein, wie mit der Chitinhaut im Verdauungsrohr vieler Arthropoden: am Mund und durch den Schlund hinab, sowie am After, wo die Darmcuticula mit der Chitinhaut der äusseren Bedeckungen in unmittelbarem Zusammenhang steht, ist sie dick und überhaupt sehr sinnenfällig, hingegen im Chylusmagen wird sie sehr

dünn und zart. Rechnet man nun hinzu, wie bei den Infusorien fast alle Conturen sehr fein sind, so wird man sich kaum wundern dürfen, dass die Begrenzung des als Darmkanal fungirenden Raumes nicht durch eine besondere Linie sich von der Umgebung absetzt. — Die Anwesenheit eines Afters bei Infusorien bestreitet *Stein*, während ihn *Lachmann* von verschiedenen Arten beschreibt. — Interessant ist die Beobachtung des zuletzt genannten Forschers, dass bei den Acineten durch die strahlenartigen Fortsätze des Körpers die Nahrungsaufnahme vermittelt wird.

Die Kiefer der Cephalopoden, die Hornplatten im Magen der Pteropoden leiten *Kölliker* und *Gegenbaur* von verhornenden Zellen ab und ich selber habe früher die Entwicklung der Kiefer von *Paludina* in dieser Art dargestellt, allein mit besserem Wissen muss ich gegenwärtig, wie oben geschehen, fragliche Gebilde als Zellenabscheidungen ansehen.

Vom Darm der Turbellarien meldet *Schultze*, dass derselbe „eine faserige oder strukturlose Haut nicht besitze“ (Beitr. z. Naturg. d. Turb. S. 28). Ich glaube diese Angabe nach Untersuchungen an Planarien dahin bestimmen zu dürfen, dass die *Tunica propria* des verzweigten Darmes nichts Selbständiges ist, sondern die Grenzschicht einer homogenen Bindesubstanz, die continuirlich und areolär den Körper durchzieht. Nach innen liegen die Darmzellen. Ich habe damit nur histologisch präcisirt, was *v. Siebold* in anderer Art ausdrückt, wenn er sagt: „die Wände des Darmkanales (der Turbellarien) stehen immer unmittelbar mit dem Körperparenchym in inniger Verbindung.“ Bei den Gordiaceen ist der ganze Ernährungsapparat, wie wir durch die Mittheilungen *Meissner's* erfahren haben, so höchst eigenthümlicher Art, dass ein histologisches Beschreiben ohne Kenntniss des allgemein Topographischen kaum verständlich ist, wesshalb wir auf die Arbeit des genannten Forschers in der Zeitschr. f. w. Zool. 1858 verweisen. Nur bezüglich des *Gordius* sei erwähnt, dass anstatt eines eigentlichen Darmkanales ein seltsames Zellenparenchym zugegen ist, das nach aussen von einer homogenen Haut begrenzt wird. *Meissner* reiht die Zellen, welche mit Pflanzenzellgewebe grosse Aehnlichkeit haben, in die „chitinisirenden“ Gewebe ein.

Im Enddarm des Entomostraken *Polyphemus* kenne ich seit Langem einen zarten haarähnlichen Besatz, der auf den ersten Blick an ruhende Flimmerhaare erinnert; *Lereboullet* meldet auch, dass die innere Fläche des Rektum von *Daphnia* mit langen, dünnen, hornigen Fäden besetzt sei.

Es mag hier auch die Bemerkung eine Stelle finden, dass ich im Darm einiger Wirbellosen einen Parasiten beobachtet habe, der mir noch nirgends angezeigt scheint. Man sieht ihn bei *Piscicola*, *Pontobdella*, *Ixodes testudinis* und zwar immer in grösster Menge; er ist länglich, an manche Zoospermienformen erinnernd (z. B. an die von *Notommata Sieboldii*) und mit undulirender Membran versehen. Dass er eigentlich mit dem Blute der Fische und Schildkröten in den Darm der genannten Thiere gerathen ist, schliesse ich, weil ich einmal im Blute aus dem Herzen des Frosches mehre solcher Schmarotzer antraf.

Der Fettkörper der Arthropoden verdiente ein einlässlicheres Studium; ausser den oben namhaft gemachten Eigenthümlichkeiten ist noch anzuführen, dass ich nicht bloss bei *Ixodes*, sondern auch bei *Phryganea grandis* ganz kolossale Zellen beobachtet habe, die bei *Phryganea* einzeln zwischen den gewöhnlichen Fettbeuteln liegen und mit ihnen durch eine äusserst zarte umhüllende Haut zusammenhängen. Der Zelleninhalt ist gelbgranulär und der grosse Kern ist mit so eignen Pünktchen und Strichen gezeichnet, dass man Porenkanäle zu sehen meint. Bei *Carabus auratus* liegen, schon für das freie Auge kenntlich, zwischen den meisten Fettläppchen gelbgrüne Portionen und statt des Fettes mit gelbgrünen Körnern angefüllt.

Siebenundzwanzigster Abschnitt.

Von den Speicheldrüsen der Thiere.

§. 314.

Batrachier.

Die Mundhöhle der Wirbelthiere hat, mit Ausnahme der Fische und der fischartigen Amphibien, grössere Anhangsdrüsen, die nach ihrer Funktion in Speicheldrüsen und Giftdrüsen unterschieden werden. Auch die Batrachier besitzen, wie ich gefunden, eine grössere Drüse, welche den Lippen- und Kieferdrüsen der Ophidier und Saurier zu vergleichen ist. Beim Frosch und Salamander erscheint sie als unpaarer gelblicher oder weisslicher Körper, der an der Schnauzenspitze in der Vertiefung zwischen den beiden Nasenhöhlen, unmittelbar unter der Haut liegt. Bei weiterer Untersuchung sieht man, dass sie aus langen Drüsenschläuchen besteht, die gewunden und innen von einem Cylinderepithel überzogen sind. Die Zellen haben einen feinkörnigen, blassen Inhalt und sind so zart, dass sie nach Wasserzusatz bald zu Grunde gehen und nur der Kern sich erhält. Die Drüse mündet mit zahlreichen Gängen, die, wie ich einmal gesehen zu haben glaube, flimmern, vor den Gaumenzähnen in die Mundhöhle. Beim *Proteus* erblickt man in der Haut der Schnauzenspitze lange, gewundene Drüsenschläuche, in denen ich das Aequivalent der Nasendrüse der vorhergehenden Batrachier erkennen möchte.

§. 315.

Reptilien, Vögel.

Die Speicheldrüsen der Ophidier bestehen nach *Joh. Müller* „aus zelligen Schläuchen, die, ähnlich den Meibom'schen, neben einander liegen und wovon jeder seinen besonderen Ausführungsgang hat. „Die lebhaft weisse Farbe rührt, wie ich bei der Ringelnatter sehe, von einer dunkelmolekulären Masse her, welche die Sekretionszellen dicht erfüllt, in Kalilauge erblasst, worauf dann die Umrisse der Drüsenbläschen deutlich werden." Die Giftdrüsen sind entweder aus zahlreichen, hohlen, wieder getheilten Lappen, welche mit ihren Ausführungsgängen an dem Hauptgang sitzen, gebildet; oder es münden in denselben einfache, zahlreiche Röhren; zuweilen scheint auch die Absonderung auf Säckchen und zelligen Fächern stattzufinden." Die Giftdrüsen sind von starker fibröser Scheide und quergestreiften Muskelschichten umgeben. — Die Speicheldrüsen der Vögel sind im Baue denen der nicht giftigen Schlangen sehr ähnlich.

Säuger.

Die Speicheldrüsen der Säuger zeigen wie die des Menschen den traubigen Drüsentypus, doch liegen bisher keine spezielleren

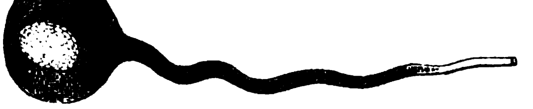
Untersuchungen vor; *Donders* sah in den Speicheldrüsen des Pferdes nach Einwirkung von Natronsolution deutliche Verzweigungen von Nervenröhrchen zwischen den Drüsenbläschen; nach *Tobien* haben die Ausführungsgänge beim Rind glatte Muskeln. Eine starke Muskulatur hat auch die Blase, zu welcher sich die Ausführungsgänge der *Glandula submaxillaris* bei *Dasypus* vereinigen *(v. Rapp)*.

§. 316.

Evertebraten.

In der Abtheilung der Wirbellosen sind bei verschiedenen Würmern, der Mehrzahl der Arthropoden und unter den Mollusken bei den Cephalophoren und Cephalopoden Organe erkannt worden, die den Speicheldrüsen der Wirbelthiere entsprechen und durch besondere Strukturverhältnisse unser Interesse fesseln. Ich vertheile die hierher gehörigen Bildungen in drei Gruppen. Die erste derselben umfasst die wirklich einzelligen Drüsen, wie sie bei Hirudineen (*Piscicola, Clepsine, Pontobdella, Branchellion* u. a.) sich finden. Hier verlängert sich die Membran der Sekretionszelle unmittelbar zu dem oft sehr langen Ausführungsgang. Der Inhalt der Zelle ist eine feinkörnige Masse, der Kern macht eigenthümliche Veränderungen durch, worüber man m. Aufs. üb. *Piscicola* in d. Ztschr. f. w. Zool. Bd. I. vergleichen kann.

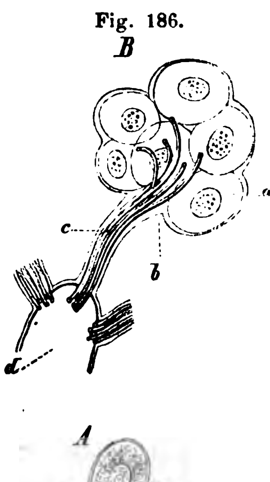
Fig. 185.

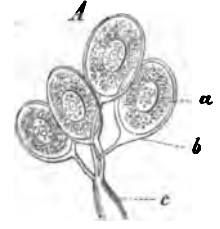


Einzellige Speicheldrüse von Piscicola.

Die zweite Gruppe begreift einzellige Drüsen, deren Zellenmembran aber geschlossen ist, sich also nicht in den Ausführungsgang fortsezt, und die nur in sofern einzellige Drüsen heissen, als jede Sekretionszelle für sich in einer *Tunica propria* liegt. Nach diesem Schema sehen wir z. B. die Speicheldrüsen der Landgasteropoden (*Helix, Limax* u. a.) gebaut. Die Sekretionszellen sind gross und jede ist einzeln in ein zartes, bindegewebiges, mit etlichen Kernrudimenten versehenes Beutelchen gebettet. Letzteres verlängert sich in einen dünnen Stiel und verbindet sich dadurch mit dem gemeinsamen Ausführungs- oder Sammelgang, dessen Innenfläche bei *Limax* ein Flimmerepithel zu haben scheint. Eine Modifikation dieses Drüsentypus bietet z. B. die obere Speicheldrüse der Biene dar: hier ist zwar eine Anzahl von Sekretionszellen von einer gemeinsamen, zarten Blase (*Tunica propria*) umhüllt, die sich wieder stielförmig verlängernd in den gemeinsamen Ausführungsgang führt. Die Innenfläche des letzteren ist von einer chitinisirten *Cuticula* ausgekleidet, und von ihr gehen als Fortsetzungen ebenso viele feine Röhrchen in die von der *Tunica propria* gebildeten Blase, als Sekretionszellen vorhanden sind.

Fig. 186.





A Schema für die Speicheldrüse von Helix: a Sekretionszelle, b beutelförmige Tunica propria, c Anfang des gemeinsamen Ausführungsganges.

B Stückchen aus der oberen Speicheldrüse der Biene: a Sekretionszellen, b Tunica propria, welche die sechs Zellen umschliesst, c die chitinisirten Röhrchen, welche zu den Zellen treten, d der gemeinsame Ausführungsgang.

§. 317.

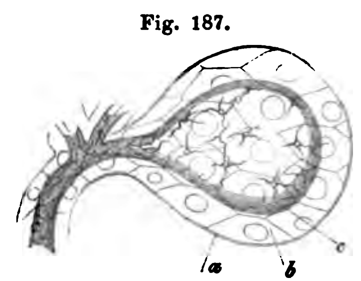
Endlich die dritte Gruppe enthält die mehrzelligen Drüsen, also jene Formen, welche sich an das gewöhnliche Drüsenbild anschliessen. Es wird hier immer eine grössre Anzahl von Sekretionszellen durch eine bindegewebige *Tunica propria* zusammengehalten, ohne dass etwas von einer solchen Isolirung der Zellen, wie sie oben geschildert wurde, bemerkbar wäre.

Die *Tunica propria* oder das Drüsengestell, erzeugt durch seine Umrisse eine gewisse Manchfaltigkeit der Formen und wie bei den Wirbelthieren steht das Epithel des Ausführungsganges in Continuität mit den Sekretionszellen. Letztere können flimmern z. B. bei *Paludina vivipara*, auch nach *Gegenbaur* bei *Littorina*, Pteropoden und Heteropoden. Bei den Arthropoden flimmern sie nie, sind hier aber häufig von einer *Cuticula* überdeckt, die je mehr der Ausführungsgang der Mundhöhle sich nähert, chitinisirt, und dann selbst mit spiralförmigen Verdickungen ins Lumen des Kanales vorspringt, was bei Insekten als ein sehr allgemeines Vorkommniss betrachtet werden muss.

Bemerkenswerth scheint mir, dass in den Endblasen (*Acini*) der unteren Speicheldrüsen von *Apis mellifica* die homogene *Intima* (*Cu-*

ticula) von kleinen Löchern durchbohrt ist, die meist als Centrum eines Faltenkranzes sich präsentiren und wohl in derselben Anzahl wie die blassen und zarten Sekretionszellen vorhanden sind. Sie müssen für das Aequivalent der feinen, chitinisirten Röhrchen gelten, welche (wie vorhin dargestellt) das Sekret aus den Zellen der oberen Speicheldrüse in den gemeinsamen Ausführungsgang leiten. Es bedarf übrigens wohl kaum der Erwähnung, dass es wie überall Uebergangs- oder Mittelformen giebt zwischen dem, was wir als Typen aufstellen, so wie denn auch die Speicheldrüse des *Ixodes* (vergl. m. Abbild. in *Müll.* Arch. 1855, Taf. XV. Fig. 11.) eine Vereinigung von ein- und mehrzelligen Drüsen vorzustellen scheint.

Fig. 187.



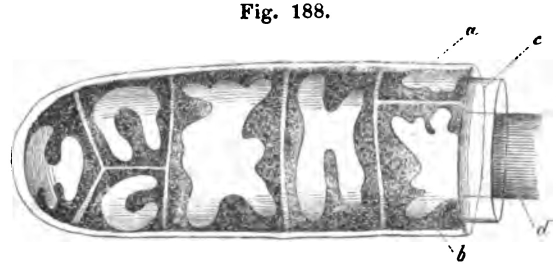
Eine Endblase der unteren Speicheldrüse von Apis mellifica.
a Tunica propria, b die Sekretionszellen, c die Intima mit ihren Oeffnungen.

§. 318.

Eine Art Speicheldrüsen sind auch die Serikterien oder Spinndrüsen der Raupen. Wir dürfen denselben eine besondere Aufmerksamkeit schenken, weil hier nach der Entdeckung von *H. Meckel* eine Form von Zellenkernen vorkommt, die bis jetzt nur bei Insekten getroffen wurde. Die Kerne sind nämlich verästelt, die Aeste laufen zuweilen durch die ganze Höhle der Zelle hindurch, erweitern sich dabei stellenweise und setzen sich durch Nebenäste in Verbindung. Bei *Vanessa urticae* sind die Kerne auffallend durch Länge und Feinheit. In den grossen, regelmässig sechseckigen Drüsenzellen der Spinngefässe von *Cossus ligniperda* liegen an der Stelle der Kerne eine Anzahl blindsackähnlicher Körper, die kleine Körnchen enthalten und durch dünne, mehr oder weniger lange Stiele an der Innenfläche der Zellenwand befestigt sind. Ich kenne die Serikterien von Raupen verschiedner Tag-, Abend- und Nachtfalter und habe mich von der Richtigkeit der Angaben *Meckels* überzeugt. Es sind die Sekretionszellen der gedachten Organe wahrhaft kolossal, so dass öfter nur zwei Zellen auf den Umfang des Follikels kommen. Die Kerne sind hell und scheinen hohl zu sein, gefüllt mit Flüssigkeit; nach Weingeist, Essigsäure etc. nehmen sie gleich anderen Kernen härtere Conturen an und werden dunkel. (Es wurde schon angeführt, dass ähnliche verzweigte Kerne sich noch in den Hautdrüsen sowie in den Epithelzellen des Darmes gewisser Raupen finden.) Die Kerne sind z. B.

bei der Raupe von *Saturnia carpini* so stark verästelt, dass die kolbigen Enden der Aeste dicht nebeneinander zu liegen kommen und man beim ersten Anblick zu sehen glaubt, es lägen viele einzelne, rundliche oder gebuchtete Kerne in einer gemeinsamen Grundsubstanz.

Fig. 188.



Ein Stück der Spinndrüse einer Raupe.
a Tunica propria, b die Sekretionszellen mit ihrem verästelten Kern, c die Tunica intima, d der Sekretfaden. (Starke Vergr.)

Die Höhle der Serikterien ist von einer ziemlich dicken und homogenen *Intima* ausgekleidet, sie scheint zuweilen auch von Porenkanälen durchsetzt zu sein, denn die Angabe *Meckels*, dass die *Tunica intima* bei *Cossus ligniperda*, wo die Follikel überhaupt eine bedeutende Dicke haben, „aus feinen, perpendikulär zur Fläche stehenden Cylindern“ zusammengesetzt sei, lässt sich in diesem Sinne deuten. — Das Sekret der Spinndrüsen besteht aus einem wässrigen Fluidum und einer elastischen, zähen Substanz, die in Form eines mehr oder weniger dicklichen Fadens den Kanal des Follikels gerade oder geschlängelt durchläuft.

Die Darstellung, welche ich früher (*Palud. vivip.* Zeitschr. f. w. Zool. Bd. I. S. 166 Anmerkg. 1) von den Speicheldrüsen der *Helix hortensis* gegeben habe, möchte ich nach oben mitgetheilter Beschreibung verbessert wissen.

Ueber die Speicheldrüsen der Insekten (*Formica rufa*, Stubenfliege, Biene, Feldgrille, Raupen) vergleiche man die wichtige Arbeit *H. Meckels*: Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere, Müll. Arch. 1846.

Achtundzwanzigster Abschnitt.

Von der Bauchspeicheldrüse des Menschen.

§. 319.

Das Pancreas, welches nach dem Hergang seiner Entwicklung als eine Ausstülpung von der hinteren Wand des *Duodenum* anzusehen ist, stimmt im feineren Bau vollkommen mit den traubenförmigen Speicheldrüsen überein. Bindegewebe ist zur Bildung der *Tunica*

propria der kleinen und grösseren Läppchen, sowie für den Ausführungsgang verwendet. Die Sekretionszellen haben einen granulären Inhalt und häufig auch Fetttröpfchen. In der Wand des Ausführungsganges finden sich zahlreiche, traubenförmige Drüsen, welche im Hinblick auf die gleich zu verörternden Vorkommnisse bei Thieren, als kleine Portionen der Pancreassubstanz aufzufassen sind. — Der Berücksichtigung werth ist auch, dass auf den *Acini* ausser den die Drüsenbläschen umspinnenden Blutgefässen noch reichliche Lymphgefässnetze beobachtet wurden.

Neunundzwanzigster Abschnitt.

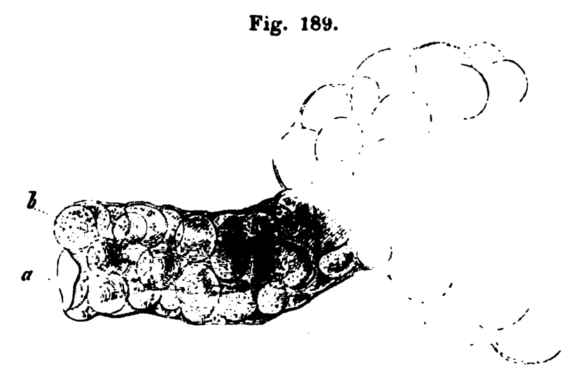
Von der Bauchspeicheldrüse der Thiere.

§. 320.

Wirbelthiere.

Es scheint mir von einigem Belang und vielleicht in der Zukunft verwerthbar, dass das Pancreas verschiedener Wirbelthiere (mancher Plagiostomen, *Chimaera*, Ringelnatter, Eidechse) der Milz unmittelbar angewachsen ist, bei *Chimaera monstrosa* allerdings zugleich mit der Leber. Auch *Bischoff* hat schon aufmerksam gemacht, dass bei Rindsembryonen die Blasteme für Pancreas und Milz anfangs vollkommen verschmolzen sind. An *Pelobates* fällt ferner bezüglich der Lage des *Pancreas* auf, dass ein guter Theil davon mit der Magenwand fest verwachsen ist, genauer gesagt, zwischen der *Serosa* und der *Muscularis* des Magens liegt. Beim Landsalamander hängt auch ein Theil der grossen, gelappten Drüse der Darmwand innig an. Richtet man sein Augenmerk auf den Bau, so unterscheidet man eben wieder eine bindegewebige Grundlage, welche die rundlichen Drüsenräume begrenzt, und zweitens die mit Punktmasse oder auch Fetttröpfchen erfüllten Sekretionszellen. Bei Fischen (ich sehe es so bei *Acipenser, Chimaera*) ist der Ausführungsgang nach seinem ganzen Verlauf mit Drüsensubstanz besetzt, was ihm eine gleichmässig dickliche Beschaffenheit und ein grauweisses Aussehen verleiht. In geringerem Grade erhält sich diese Bildung bei den Vögeln, bei der Taube wenigstens sitzen nach meiner Erfahrung dem Pancreatischen Gang von Stelle zu Stelle kleine Knötchen an, die sich unter dem Mikroskop als Abtheilungen der Bauchspeicheldrüsen ausweisen. Endlich bei den Säugethieren werden diese den *Ductus Wirsungianus* begleitenden Drüsenportionen so klein, dass ihnen von manchen Autoren die Bedeutung von Schleimdrüsen beigelegt wird.

Fig. 189.



Ein Stück Ausführungsgang des Pancreas vom Stör.
a Lumen des Ganges, b die ihn begleitende Drüsenmasse. (Geringe Vergr.)

Muskulöse Elemente am Drüsengerüst sind mir unbekannt, *Tobien* meldet, am *Ductus Wirsungianus* vom Rinde glatte Muskeln gefunden zu haben.

Die Blutgefässe umstricken die Drüsenbläschen wie an andren traubigen Drüsen, ebenso begegnen einem einzelne Nervenfasern in der bindegewebigen Grundlage des Drüsenkörpers. Sehr merkwürdig ist mir das *Pancreas* des Maulwurfes. Dasselbe zeigt eine grosse Entwicklung, von der Hauptmasse zweigen sich weithin verästelte Züge ab und von diesen lösen sich grössere und kleinere Lappen weg, die keineswegs mehr durch Aeste des *Ductus pancreaticus* mit der Drüse zusammenhängen, sondern, bei übrigens vollständiger Isolation nur durch ihre Blutgefässe den Zusammenhang mit den grösseren *Lobuli* unterhalten. Auch hat das ganze *Pancreas* hier nicht das lebhaft weisse Aussehen, wie bei anderen Thieren, sondern eher etwas Durchscheinendes. Die Sekretionszellen in den *Acini* sind hell und inmitten der Endfollikel sammeln sich Körnerhaufen an.

§. 321.

Wirbellose.

In der Reihe der Wirbellosen haben allein die Cephalopoden ein deutliches Pancreas. Nach *H. Müller* besteht es aus bald einfacheren Blinddärmchen, bald sind die Drüsenabtheilungen zu traubigen Bäumchen angeordnet. (Bei *Rossia dispar* wurde aussen darauf eine Schicht derselben gelblich körnigen Zellen gefunden, welche die in derselben Wasserzelle gelegenen Venenanhänge, bekleiden.)

Ueber das Pancreas des Stör's s. meine Unters. über Fische u. Rept. S. 18. — Ueber das der Cephalopoden *H. Müller* in Zeitschr. f. w. Z. 1853 S. 343.

Dreissigster Abschnitt.

Von der Leber des Menschen.

§. 322.

Diese grosse, die Galle bereitende Drüse, zeichnet sich zwar durch manche Eigenthümlichkeiten aus, ohne jedoch so ganz aparter Art zu sein, um den anderen Drüsen gegenüber eine eigene Stellung, wie Manche wollen, einnehmen zu müssen, denn im Wesentlichen ihres Baues stimmt sie mit anderen secernirenden Organen überein. Wie diese nämlich hat sie ein bindegewebiges Gestell, das zugleich Träger der Blutgefässe (und Nerven) ist, und zweitens zellige Elemente, in denen, als den eigentlichen Werkstätten der Sekretion die Galle abgeschieden wird.

Bevor wir uns mit der Struktur der Leber befassen, sei aus den embryologischen Untersuchungen *Remak's* erwähnt, dass die zellige Lebersubstanz der Genese nach identisch mit dem Epithel des Darmrohres ist, also eine Fortsetzung des Drüsenblattes darstellt, während das bindegewebige Fachwerk sammt Gefässen und Nerven von der Faserhaut des Darmes, einer Sonderung des mittleren Keimblattes, geliefert wird. Die Leber entsteht nämlich als Anhang des Darmes, unter der Form zapfenartiger Auswüchse, an deren Wucherung sich die beiden bezeichneten Darmlagen betheiligen.

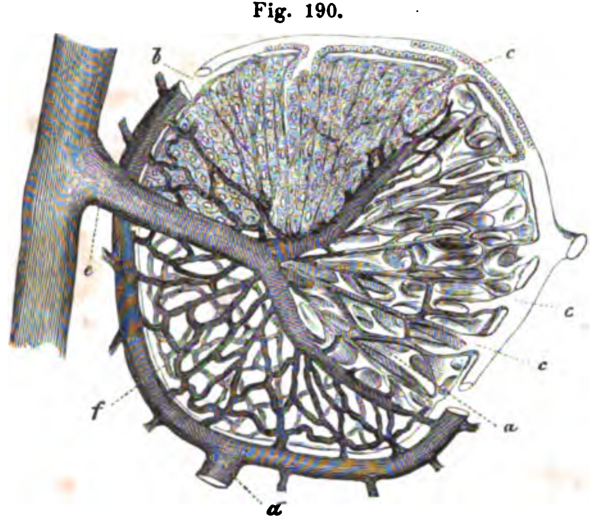
§. 323.

Leberläppchen.

Das Drüsengerüst der Leber wird, wie schon gesagt, von Bindegewebe geformt, welches indessen in der menschlichen Leber zarter und weniger massenhaft ist, als in der Leber vieler Thiere, so dass sogar von Einigen die Anwesenheit von Bindesubstanz in der menschlichen Leber irrthümlich geläugnet wird. Das Bindegewebe, sowohl mit dem serösen Ueberzug, als auch mit den Ausstrahlungen der sog. Glissonischen Kapsel im Zusammenhang, durchsetzt die Leber in der Art, dass ein doppeltes Fachwerk zu Stande kommt. Etwas stärkere, blattartige Züge nämlich vereinigen sich zur Bildung wabiger Räume, und dies giebt die Absonderung der Lebersubstanz in Läppchen oder Inselchen. Aber auch in diese Fächerräume hinein setzt sich das Bindegewebe zum zweitenmale, wenn auch in äusserst zarter Weise als Balken- und Netzwerk fort und lässt retikulär zusammenhängende Maschenräume frei. Hält man die Leber mit einer grösseren traubigen Drüse zusammen und vergleicht beide bezüglich ihres Bindegewebsgerüstes, so entsprechen jene Züge des Bindegewebes, welche den Umriss der Läppchen zeichnen der all-

gemeinen Faserhülle und die Begrenzung des Netzwerkes im Inneren des Läppchens der sog. *Tunica propria.*

Fig. 190.

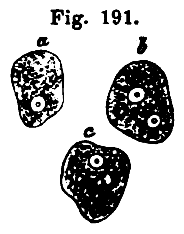


Ein Leberläppchen in schematischer Darstellung.
a die cavernösen Räume des bindegewebigen Fachwerkes, nachdem die Zellen entfernt sind, b ein Theil, welcher mit den Leberzellen gefüllt ist, bei c stehen die Anfänge des Ductus hepaticus mit den Hohlräumen in offener Communikation, d Vena interlobularis (letzte Verzweigung der Pfortader), e Vena intralobularis (Wurzeln der Vena hepatica), f das lobuläre Capillarnetz.

§. 324.

Innerhalb der Maschenräume liegen die Leberzellen, und da diese in dicht gedrängter Reihe die Hohlgänge der Bindesubstanz vollständig erfüllen, die Räume selber aber netzförmig zusammenhängen, so bilden auch die Leberzellen in ihrer Ganzheit betrachtet, solide, verzweigte Stränge, die sog. Leberzellennetze. Richtet man den Blick auf die näheren Eigenschaften der Zellen, so sehen wir sie von etwas unregelmässiger Gestalt, bald mehr abgerundet, bald platt-polygonal, der Kern einfach oder doppelt mit deutlichem *Nucleolus.* Der Inhalt erscheint feingranulär, dazu können kommen Fetttröpfchen und gelbe Körner (Gallenfarbstoff).

Fig. 191.



Leberzellen bei starker Vergrösserung.
a mit blassgranulärem Inhalt, b mit gelben Körnern, c mit einigen Fetttröpfchen.

§. 325.

Gallengänge.

Wie bei allen andren Drüsen mit Ausführungsgang betheiligt sich auch das Bindegewebe der Leberläppchen an der Bildung der *Tunica propria* der feinsten Gallenausführungsgänge. In dem Bindegewebe, welches die Läppchen umschreibt, grenzen sich die sog. *Ductus interlobulares* ab, welche in der Substanz der Läppchen selber derartig wurzeln, dass das bindegewebige Fachwerk, welches die Zellennetze umgiebt, sich continuirlich in die bindegewebige Haut der *Ductus interlobulares* fortsetzt. Das Epithel oder der zellige Ueberzug der feinsten Ausführungsgänge steht wahrscheinlich ebenfalls in continuirlichem Zusammenhang mit den eigentlichen secernirenden Zellennetzen des Läppchens, aber die Epithelzellen sind kleiner und blasser geworden, füllen den Gang auch keineswegs mehr aus, sondern indem sie denselben blos auskleiden, bleibt ein klares Lumen übrig.

Die *Ductus interlobulares* müssen, da sie ganz von der die Läppchen umschreibenden Bindesubstanz in ihrem Verlauf abhängig sind, vielfach anastomosiren und zuletzt vereinigen sie sich zu den grössren Gallengängen, worauf sie als *Ductus hepaticus* die Leber verlassen. In den stärkren Gallengängen zeigt sich die bindegewebige Haut verdickt, und das Epithel hat die Cylinderform angenommen. Der *Ductus hepaticus, choledochus* und *cysticus* und vielleicht auch die Gallenblase haben traubige Schleimdrüsen in ihrer Wand. Die bindegewebige Haut der Gallenblase besitzt ferner eine dünne Muskelschicht aus glatten Elementen, wovon sich auch Andeutungen in den Gallenwegen finden. Die gelbbraun gefärbten Cylinderzellen, welche die fein gegitterte *Mucosa* der Gallenblase überkleiden, sind, worauf *Henle* zuerst aufmerksam gemacht hat, meist kernlos.

§. 326.

Blutgefässe und Nerven.

Bezüglich ihrer Blutgefässe bietet bekanntermaassen die Leber das Eigene dar, dass ihr nicht blos durch die *Arteria hepatica* arterielles Blut zugeführt wird, sondern auch venöses, im Bereich der Verdauungsorgane gesammeltes Blut durch die *Vena portarum* ihr zuströmt. Die Ableitung des Blutes aus dem Organ geschieht durch die *Venae hepaticae*.

Ohne hier auf die gröberen Verzweigungen dieser verschiednen Gefässe Rücksicht zu nehmen, sei lediglich besonders darauf hingewiesen, dass die feinere Verbreitung nur innerhalb der die Leber durchsetzenden Bindesubstanz erfolgt, mit anderen Worten, das Bindegewebe selbst wird zur Bildung der Gefässwände verwendet, und da von vorneherein in der menschlichen Leber das bindegewebige Fachwerk, wie bereits bemerkt, in geringrer Menge als in manchen Thierlebern vorhanden ist, so kann das Bindegewebe zur Herstellung der Gefässe derartig verbraucht werden, dass dasselbe, wenn man von stärkeren Gefässen, denen es zur Begleitung dient, absieht, in der menschlichen Leber fast wie zu fehlen scheint.

Ueber das Verhalten der Gefässe zu den Leberläppchen darf ich mich ins Kurze fassen: die Pfortader zerfällt in ihren letzten Verzweigungen in Aestchen, welche zwischen den Leberläppchen verlaufen und gewöhnlich *Venae interlobulares* heissen. Von ihnen dringen zahlreiche Endäste, *Venae lobulares* genannt, ins Innre der Läppchen und lösen sich in ein Capillarnetz auf, dessen bindegewebige Wand an die Leberzellennetze anstösst. Mitten in jedem Läppchen vereinigen sich die Capillaren wieder zur Darstellung eines stärkeren Gefässstämmchens, welches als Vena intralobularis unterschieden wird. Die *Venae intralobulares* treten darauf aus den Leberläppchen heraus und bilden die Anfänge der *Venae hepaticae*, welche sich in eine rechte und linke Lebervene sammeln, um schliesslich in die untere Hohlvene einzumünden.

Sind die Blutgefässe der Läppchen gleichmässig angefüllt, so ist die Leber für das freie Auge einfach braunroth, hat sich aber im centralen Theil (also im Gebiet der *Vena intralobularis*), oder umgekehrt im peripherischen (Bereich der *Vena interlobularis*) das Blut mehr angestaut, so erscheint das Aussehen der Leber getüpfelt, ältere Anatomen sprechen dann auch von einer Mark- und Rindensubstanz dieses Organes.

Die Leberarterie hat eine untergeordnete Bedeutung, sie dient bloss zur Ernährung des Lebergewebes. Die Endzweige derselben auf den Wänden der grösseren Gefässe und grösseren Gallengänge sind die *Rami vasculares*, dann in der bindegewebigen Hülle und dem Fachwerk der Leber die *Rami capsulares* und *lobulares*.

Die Nerven der Leber stammen hauptsächlich aus dem *Sympathicus*, haben mehr *Remak*'sche als dunkelrandige Fasern und können ziemlich weit ins Innre verfolgt werden, ohne dass man etwas über ihre eigentliche Endigung in Erfahrung gebracht hätte.

Die Leberzellen sind beträchtlich grösser als die Epithelzellen der feinsten Gallengänge und man könnte etwas ganz Ungewöhnliches darin finden wollen, dass nach der gegebenen Beschreibung des Leberbaues beide Zellenarten unmittelbar aufeinander stossen. Allein die Labdrüsen des Magens, namentlich die sog. zusammengesetzten schlauchförmigen Drüsen bieten ein ganz analoges Verhältniss dar, indem auch hier die grossen körnigen Labzellen, entsprechend den Leberzellen, an die viel kleineren, hellen und cylindrischen Zellen des Ausführungsganges ohne Uebergangsformen sich anschliessen.

Meine Erfahrungen vom Bau der Leber, wie sie der obigen Schilderung zu Grunde liegen, wurden zuerst an verschiedenen Wirbelthieren gewonnen und erst später für den Menschen bestätigt. *Reichert* veröffentlichte in jüngster Zeit (Müll. Arch. Jahresb. 1854) Ergebnisse über die Leberstruktur des Menschen, die mit meiner Auffassung ganz harmoniren. Er sagt: der secernirende Theil der Leber des Menschen sei als ein kavernöses Drüsenhöhlensystem anzusehen, in welchem Läppchenregionen unterschieden werden müssten, wenn es auch wahrscheinlich sei, dass die Höhlen der einzelnen Läppchenregionen nicht vollkommen gesondert von einander bestehen. Die Wandungen oder das Gerüste dieses Höhlensystemes sind Bindesubstanz, welch' letztere besonders an einer cirrhotischen Fettleber eine sehr mächtige Entwicklung zeigte. Man habe es daher gleichsam mit

einem in Bindesubstanz eingegrabenen complizirten Höhlensystem zu thun, dessen Wandungen die Capillaren führten, dessen Hohlräume von den Leberzellen erfüllt sind. Fertigt man daher feine Schnittchen an und entfernt daraus die Leberzellen, so stellt sich die Bindesubstanz als ein zierliches Netzwerk dar. — Dergleichen Mittheilungen werden wohl nach und nach den Irrthum hinwegräumen, dass die feinsten Gallenkanälchen keine selbständige Wandungen besässen, sondern dass die Blutcapillarnetze die Leberzellennetze begrenzen. Bei starker Anfüllung der Blutcapillaren kann wohl ein solcher Anschein entstehen, da, worauf schon oben hingedeutet wurde, die bindegewebigen Septen, die Träger der Capillaren, bei ihrer Zartheit in der normalen menschlichen Leber, dadurch zurücktreten, allein streng genommen werden die Leberzellen von den bindegewebigen Wänden des Höhlensystems umgeben.

Einunddreissigster Abschnitt.

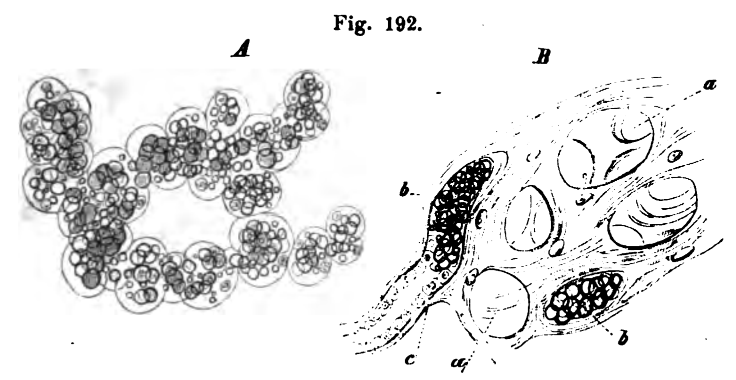
Von der Leber der Wirbelthiere.

§. 327.

Die Leber der Säuger, Vögel, Reptilien und Fische stimmt in den Grundzügen des Baues mit der menschlichen Leber überein und variirt bloss in Folgendem:

Das Gerüste aus Bindesubstanz, so gering in der Leber des Menschen, erscheint bei manchen Säugethieren weit beträchtlicher, so z. B. beim Eisbären (*Joh. Müller*), dem Schwein, und die Folge davon ist, dass die Abgrenzung in Läppchen eine viel sinnenfälligere wird. Doch schliessen sich andre Säuger, wie z. B. Kalb, Hund, Katze, Ratte in der geringen Entwicklung des bindegewebigen Drüsengestelles wieder dem Menschen an, die Abgrenzung der Läppchen erscheint verwischter, letztere sehen da und dort aus, als wären sie mit einander verschmolzen, und an feinen Schnitten der Läppchen scheinen die Leberzellen unmittelbar an die Blutcapillaren anzustossen. Die Grösse der Läppchen wechselt, die des Schweines z. B. sind umfänglicher als die des Menschen, beim Kaninchen sind sie grösser als beim Hund, bei der Katze, bei diesen wieder grösser als beim Eichhörnchen (*Retzius*). In der Leber der Vögel, wie ich wenigstens an der Taube, der Gans gesehen habe, ist das Bindegewebe ebenfalls in geringer Ausbildung vorhanden, eine Abgrenzung in Läppchen auch kaum sichtbar, und an feinen Schnitten getrockneter und dann wieder mit Essigsäure behandelter Leber verhalten sich die Gefäss capillaren zu den Zellennetzen, wie es vom Kalb, Hund etc. angegeben wurde. In vielen niedren Wirbelthieren, nach meiner Erfahrung unter den Amphibien, z. B. beim Frosch, Salamander, Triton, Proteus, und noch schärfer unter den Fischen, bei Chimaera, den Plagiostomen, den Ganoiden, ist das Bindegewebsgerüst in hohem Grade

Fig. 192.



Aus der Leber der Rochen.
A Noch netzförmig zusammenhängende Leberzellen, herausgespült aus dem Läppchen; sie sind stark fetthaltig.
B Ein Stück des bindegewebigen Gerüstes der Leberläppchen: a die Hohlräume, befreit von den Zellen, b noch mit den Zellen gefüllt, c ein Anfang des Ductus hepaticus. (Starke Vergr.)

deutlich, und ebenso schon für das freie Auge die Umrisse der Läppchen. Jedes Läppchen, bei Selachiern z. B. von polygonaler Form in der Mitte die Centralvene und aussen mit dunklerer Einfassung, besteht aus einem bindegewebigen Fachwerk, das die Gefässe trägt und die netzförmigen Hohlgänge der Bindesubstanz sind von den Sekretionszellen eingenommen. Die Leber junger Larven von *Salamandra maculata* ist wohl geeigenschaftet, um den Bau dieses Organes am mühelosesten erkennen zu lassen. Man sieht hier klar, dass netzförmig verbundene Schläuche mit noch lichten Inhaltszellen die Drüse zusammensetzen. Später geht der röhrenförmige Bau durch zahlreiche Anastomosenbildung unter und das Drüsengerüst repräsentirt alsdann vielmehr ein Cavernensystem. — Nach *Remak* weicht die Leber der Fische von jener der übrigen Wirbelthiere darin ab, dass hier die Hohlgänge der Bindesubstanz mit den Leberzellen darin (der genannte Forscher gebraucht hiefür den Ausdruck Lebercylinder) einfach blind geendigt seien, ohne netzförmige Verbindungen. Mir schien es, als ob die Fische in diesem Punkte mit den übrigen Wirbelthieren übereinkommen.

§. 328.

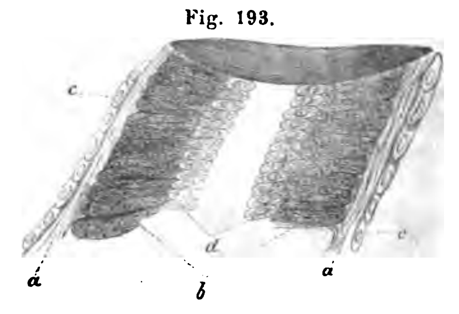
Was die Beschaffenheit der Leberzellen betrifft, so ist ihre Membran häufig (bei Amphibien, Vögeln z. B.) eine so zarte Hülle, dass sie nach Wasserzusatz alsbald vergeht; bezüglich des Inhaltes ist man etwas betroffen über die Erscheinung, dass die Leberzellen entweder constant oder vorübergehend in manchen Lebensperioden so prall mit Fetttropfen angefüllt sind, dass sich die ganze Leber in diesem Punkte wie eine grosse Talgdrüse verhält, auch dann nicht mehr rothbraun, sondern grauweiss aussieht. Von dieser Art ist z. B. die Leber der Plagiostomen und Chimären; macht man in

die weiche Leber der *Chimaera monstrosa* Einschnitte, so sammelt sich sogleich das Fett in der Tiefe der Einschnitte in flüssiger Form an. Auch die Leber des *Polypterus*, des *Peristedion cataphracta* ist sehr fettreich, beim Stör können die Zellen fetthaltig sein oder auch bloss eine feine Punktmasse enthalten. Aehnliche wechselnde Zustände beobachtet man bei andren Fischen, Amphibien, Vögeln und Säugern; bald haben die Zellen lediglich ein feingranuläres Contentum, bald sind kleine Fettpünktchen beigemischt, bald gewinnen letztere das Uebergewicht. In neugebornen Ratten sind die Leberzellen sehr fettreich. — Bei Fischen und Batrachiern zeichnet sich mitunter auch die Leber durch ein Uebermaass von Pigmenthaufen aus, an einem *Proteus* z. B. bestand das Leberparenchym aus gleichen Theilen Leberzellen und schwarzbraunen Pigmentmassen.

§. 329.

Die Gallenblase und die Gallenwege besitzen bei grösseren Säugethieren, z. B. dem Ochsen, eine starke, aus glatten Fasern bestehende Muskulatur, die indessen wenigstens in einfacher Lage, wie ich sehe, auch dem Gallengang der Vögel (Taube z. B.) nicht fehlt. (Die Gallenblase des Hundes fand *Brücke* ebenfalls contraktil). Der Gallengang der Plagiostomen (*Raja batis*, *Torpedo Galvanii*, *Spinax niger*, hier über Zoll weit zwischen Muskel- und Schleimhaut des Darmes abwärts laufend, bis er einmündet) hat ebenfalls glatte Muskeln, vermisse sie jedoch in der Gallenblase der Knochenfische, Batrachier und Vögel. Die Schleimhaut der Gallenblase hat bei den niederen Wirbelthieren (Amphibien, die Mehrzahl der Fische) eine meist glatte Innenfläche, bei den Rochen (*Raja clavata*) erhebt sie sich in Falten, die nach dem Ausführungsgang zugehen nnd sich zum Theil netzartig verbinden. Im Boden der dadurch entstandenen Maschen treten weitere sehr niedrige sekundäre Fältchen auf. Die Falten setzen sich in den Ausführungsgang fort. Die Schleimhaut des Gallenganges

Fig. 193.



Stück des Gallenganges von Torpedo.

a die bindegewebige Wand, nach innen zu die Membrana propria der schlauchförmigen Drüsen b bildend, nach aussen mit dem Bindegewebsstratum der Serosa verschmolzen und überdeckt von den Plattenzellen c, d das Epithel in der Lichtung des Kanales.

hat bei Rochen und *Chimaera monstrosa* schlauchförmige Drüsen, bei Vögeln (Taube) fehlen Drüsen, bei Säugern sind sie vorhanden. *Wedl* hat darüber am Pferd, Hund, Schwein, Schaaf Untersuchungen angestellt: es seien traubenförmige Drüsen und beim Pferd habe er eine *Membrana intima* in den Endbläschen wahrgenommen (Sitzb. d. Wien. Akad. 1850 II.). Auch von den Beutelthieren (Känguruh, *Didelphis*, *Phalangista*) wird angegeben, dass die Wände des Gallenganges „mit Schleimfollikeln besetzt" seien.

Das Epithel der Gallenwege ist überall ein Cylinderepithel, dessen Kerne bei *Salamandra maculata* nicht in der Mitte, sondern in der unteren Hälfte der Zellen liegen. Bei Fröschen wimpert im Embryonalzustande das Epithel des Gallenganges (*Remak*, *Corti*), bei *Petromyzon* zeitlebens (*Leydig*).

Schon *Blumenbach* (Handb. der vergleichend. Anat.) machte die Bemerkung, dass die Leber mehrer, übrigens beinahe fettloser Fische, z. B. des Rochen und Kabeljau von Thran strotzend gefunden werden. — Bei mehrem Hausgeflügel wird bekanntlich auch unter Einschränkung der Muskelbewegung und reichlicher Zufuhr von Nahrung der Fettgehalt der Leber bedeutend vermehrt, sowie ihre Grösse gesteigert.

Im Inhalte der Gallenblase beobachtet man auch mitunter ausser abgelösten Epithelzellen noch andere geformte Theile. Bei einer kleinen *Solea* des Mittelmeeres fand ich in der Galle lange, gegliederte Körper von gelblichem Aussehen, von denen sich zum Theil eine zarte Hülle abhob. Diese Gebilde lagen in Bündeln beisammen. In der Gallenflüssigkeit eines Landsalamanders, der 3 — 4 Monate in der Gefangenschaft ohne Nahrung zugebracht hatte, sah ich in grösster Menge geschichtete Massen mit oder ohne einen Centralkörper von hellem, gegen die Mitte zu etwas gelblichem Aussehen; im Centrum lag häufig ein scharf conturirter, sich wie Fett ausnehmender Körper. Es konnten selbst mehre dergleichen geschichtete Massen zusammen wieder einen Centralkörper vorstellen und von anderen Schichten umschlossen werden. Das Ganze machte so ziemlich den Eindruck von Colloidmassen.

Zweiunddreissigster Abschnitt.

Von der Leber der Wirbellosen.

§. 330.

Architektonik des Organes.

Wo bei den wirbellosen Thieren eine Leber als selbständiges, von dem Darm getrenntes Organ wahrgenommen wird, wie bei Krebsen, den Arachniden, den Mollusken, besteht sie immer aus der bindegewebigen *Tunica propria* und den Sekretionszellen. In den Umrissen, welche das Drüsengestell einhält, unterscheidet man zwei Formen, den blindsackförmigen und den schwammigen oder cavernösen Typus. Die Leber ist nämlich entweder durch wenige, einfache,

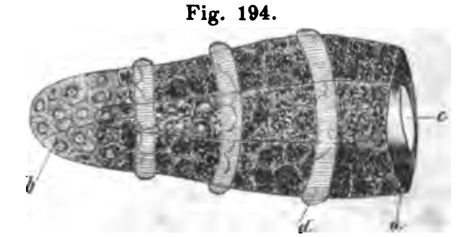
kurze, unverzweigte Blindsäcke repräsentirt (Entomostraka, Phyllopoden), oder die wenigen Blindsäcke sind lange Schläuche: Isopoden, Amphipoden (unter den Mollusken bei *Creseis* nach *Huxley* und *Gegenbaur*), oder sie verästeln sich (*Argulus*, unter den Mollusken bei den *Eolidiern*), und werden sehr zahlreich bei den Cirripedien und den höheren Krebsen. Eine ähnliche follikulöse Leber haben auch unter den Mollusken die Bivalven, manche Gasteropoden und Heteropoden, so z. B. *Ostrea, Cyclas, Dreissena,* wo die Follikel kurz und wenig vom Hauptgang abgeschnürt sind, *Unio*, *Anodonta*, wo die Follikel länger sind. Bei *Atlanta* erscheint die Leber nur als „ein spärlich ausgebuchteter Drüsenschlauch", bei *Pneumodermon* sind die Leberschläuche kurz, cylinderisch, hie und da verästelt und ohne ein gesondertes Organ vorzustellen, sind sie mit dem Magen innig verbunden. Indem nun aber die Follikel sich vielfach theilen und anastomosiren, entsteht die cavernöse Beschaffenheit der Leber und damit eine Annäherung an die Leber der Wirbelthiere. Schon an der Leber von Limax, *Paludina vivipara* und andrer Gasteropoden ist eine solche Umbildung nachzuweisen, noch mehr bei *Thetys*, *Doris*, *Tritonia*, wo die Leber ein maschiges Aussehen darbietet, vielleicht ist auch die von *Carinaria*, *Firola* von dieser Beschaffenheit. Eine cavernöse Leber scheint auch *Squilla* zu besitzen. Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass sich zwischen dem einfach follikulären und dem cavernösen Lebertypus dieselben Uebergangsformen finden, wie man sie bei der embryonalen Entwicklung der Leber der Wirbelthiere sich vor Augen führen kann.

§. 333.

Feinerer Bau.

Die Tunica propria der Leberschläuche ist meist eine ganz homogene Haut, bei *Paludina* geht sie nach aussen in gewöhnliches Bindegewebe über, dessen Zellen zum Theil Kalk, zum Theil gelbes und weisses Pigment aufgenommen haben, was, wenn es in reichlichem Maasse geschehen ist, dem Durchschnitt der Leber ein zierliches, weissgegittertes Aussehen giebt. Von allgemeinem Interesse ist ferner, dass um die *Tunica propria* herum Muskeln angebracht sein können. Ich habe dergleichen sowohl im Bauchfellüberzug der Leber, als auch zwischen den Follikeln bei *Paludina* gesehen, kenne sie ferner auch auf den Leberschläuchen mancher Krebse (*Oniscus*, *Gammarus* z. B.),

Fig. 194.



Ende eines Leberschlauches von Gammarus.
a Tunica propria, b die Sekretionszellen, c die Intima, d die Ringmuskeln.

und zwar sind sie hier im Einklang mit der Darmmuskulatur circulär angeordnet, verlaufen auch wohl nach der Länge und verbinden sich zu Netzen. Zu äusserst, also über diesen Muskeln, folgt noch ein zarter, bindegewebiger Ueberzug, das Analogon der *Serosa* des Darmes.

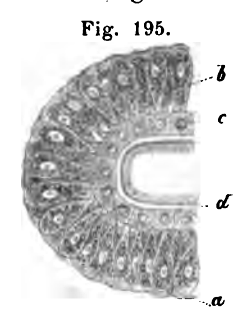
Die Sekretionszellen, der Innenfläche der *Tunica propria* anliegend, hängen unmittelbar mit dem Darmepithel zusammen, und da letzteres häufig flimmert, so erstreckt sich die Bewimperung z. B. bei den Mollusken mitunter auch in die *Ductus hepatici*, sehr selten aber bis in die Endfollikel der Leber; ich wüsste gegenwärtig nur *Cyclas* und vielleicht auch die Cephalopoden (wie es mir nach früheren Beobachtungen schien) als Beispiel aufzuführen. *Gegenbaur* glaubt auch einigemale in einem *Acinus* von *Pneumodermon* Wimperbewegung gesehen zu haben und meldet sie auch vom Magenblindsack der *Creseis*, der nach ihm und *Huxley* entgegen *Joh. Müller* das Analogon der Leber ist. Die eigentlichen Sekretionszellen der Leber sind bei allen andren Mollusken, soweit meine Erfahrung reicht, cilienlos. Was den Inhalt der Leberzellen betrifft, so ist er dem der Wirbelthiere sehr ähnlich, entweder erscheint das Contentum als eine blass granuläre Masse, oder als gelbbraun gefärbte Körner; in *Cyclas* bildet das ausgeschiedene Sekret der Leberzellen eigenthümliche, fadenförmige Gebilde zwischen den Zellen (*Müll.* Arch. 1854 S. 53). — Unter den Leberzellen von Embryonen der *Paludina vivipara* am Ende des Eilebens sah ich auch einzelne mit flüssigem, gelbgefärbten Inhalt und mehren gelben, spiessigen Krystallen. In der Leber der *Helix hortensis* fand ich ferner zur Zeit des Winterschlafes die Galle zum Theil unter der Form von braunen geschichteten Kugeln (Gallensteinen?). Sehr allgemein sind die Leberzellen fetthaltig, und zeitweise kann sogar Fett den alleinigen Zelleninhalt ausmachen. — In den Leberfollikeln der *Anodonta cygnea* ist die Ausbreitung der Drüsenzellenschicht nach *H. Meckel* auf vier longitudinale Streifen beschränkt, die am Centrum des blinden Endes zusammenlaufen. Bei den Arthropoden zieht noch in der Leber eine homogene, hautartig consolidirte *Cuticula* über die Sekretionszellen weg, die mit jener des Darmes in unmittelbarem Zusammenhang steht. *Karsten* hat sie zuerst von der Leber des Krebses bekannt gemacht, ich sehe sie bei *Argulus, Gammarus, Oniscus* u. a.

§. 332.

Es giebt aber auch eine Anzahl von Thieren, bei welchen das Darmrohr keineswegs sich zu Leberschläuchen aussackt, sondern wo die braunkörnigen Leberzellen unmittelbar in der Magen- oder Darmwand sich finden. Dies ist selbst bei dem niedrigsten Wirbelthier (Branchiostoma) der Fall, ferner bei mehren Arthropoden (Larven von *Myrmeleon formicarius* z. B., Rotatorien) und Ringelwürmern. Im Magen der Rotatorien und des Ameisenlöwen vertreten diese grossen (bei den Rotiferen wimpernden) Leberzellen die Stelle des Epithels, hingegen bei den Annulaten (*Nais, Chaetogaster,*

Lumbricus) liegen sie aussen am Darm, das Lumen des Nahrungsrohres begrenzt hier eine farblose Zellenschicht, die wieder in eine Cuticularsaum ausgeht, auf dem die Cilien sitzen. Diese Leberzellen haben bei Lumbricinen (auch bei *Piscicola*) eine retortenförmige Gestalt und erinnern damit an einzellige Drüsen.

Fig. 195.



Der Darm von Nais im senkrechten Durchschnitt. (Starke Vergr.) a Tunica propria, b die Leberzellen, c Darmepithel, d Intima mit den Cilien.

§. 333.

Physiologisches.

Hinsichtlich der näheren Thätigkeit der einzelnen, das Verdauungssystem zusammensetzenden Organe, haben wir bei unserer Unkenntniss über die Lebensökonomie der meisten Thiere nur spärliche Anhaltspunkte, wesshalb ich darüber nur einige flüchtige Bemerkungen einschieben will. Schon die Funktion jener Drüsengruppe, die wir nach morphologischem Eintheilungsprincip unter dem Namen Speicheldrüsen zusammenfassen, scheint der speciellen Lebenszwecke halber sehr abzuändern. Bei Wirbelthieren dient das schleimartige Sekret hauptsächlich, um die Speisen einzuweichen, die Ballenbildung und das Niederschlingen zu erleichtern, doch kann nicht abgeläugnet werden, dass über diese mechanische Leistung hinaus die Speichelflüssigkeit den eigentlichen Verdauungsakt dadurch einleitet, dass eine Umwandlung des Stärkmehls in Zucker in der Mundhöhle beobachtet wurde. Es kann aber auch bei manchen Thieren eine förmliche Vorverdauung in der Mund- und Rachenhöhle statt finden, wozu ich als Beispiel die Larve von *Corethra plumicornis* (s. Ztsch. f. w. Z. 1851, S. 449) anführe. Hier kommt das ganze, von der Larve erhaschte und in den Pharynx eingetriebene Thier, nicht über diesen Abschnitt des Nahrungsrohres hinaus, indem eine bestimmte fischreusenähnliche Vorrichtung allen festeren Theilen den Durchgang zum Schlund verwehrt: es bleibt daher im Pharynx der verschluckte Wasserfloh z. B. so lange liegen, bis seine der Einverleibung fähigen Stoffe von ihm ausgezogen sind. Diese können in flüssiger Form die Fischreuse passiren und gehen durch den engen Schlund, und es darf hier wohl mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass bei dieser Vorverdauung im Pharynx das Sekret der Speicheldrüsen, welches sich im Speichelbehälter angesammelt haben kann, eine mitwirkende

Rolle spielt. Das Chitinskelet des eingewürgten Thieres aber muss wieder durch die Mundöffnung auswandern, wobei eine theilweise oder selbst gänzliche Umstülpung des Pharynx erfolgt. — In anderen Fällen nimmt das Sekret von einzelnen Speicheldrüsen eine spezifische Natur an, so wird die *Parotis* gewisser Schlangen durch Absonderung einer tödtlichen Flüssigkeit zu einer Giftdrüse, auch bei manchen Insekten, vielen Hemipteren z. B., übt das Sekret eine reizende Wirkung auf die Wunde. Bei anderen Insekten, wo man obere und untere Speicheldrüsen unterscheidet, ist das Sekret derselben von verschiedener Natur; bei der Honigbiene z. B. scheiden die „unteren Speicheldrüsen" eine zähe das Licht stark brechende Materie ab, die wahrscheinlich ein Kittstoff ist, um die aus den Leibesringen schwitzenden Wachsstückchen zu verbinden; bei der Ameise scheint ebenfalls das Sekret der unteren Speicheldrüse zum Auskitten ihres Baues zu dienen (*H. Meckel*), u. s. f. —

Der Schlund hat die einfache Funktion der Fortbewegung der Speisen und diese wird bei Säugern, Fischen und Arthropoden schneller vor sich gehen, als bei andern Thieren, da dort die *Muscularis* aus quergestreiften Fasern, hier aus glatten gewebt ist. — Auf die eigenthümliche Beziehung, welche das Epithel des Kropfes (bei Tauben) zur Abscheidung eines milchähnlichen Saftes hat, wurde oben bereits hingewiesen.

Jene Magenabtheilungen der Wirbelthiere, welche der Drüsen ermangeln, dürfen wohl für blosse Behälter der Nahrung angesehen werden, um sie aufzubewahren und zu durchweichen. Die eigentliche Verdauung oder die Auflösung der Speisen in einen angesäuerten Brei, den sog. Chymus, erfolgt in den mit Labdrüsen versehenen Magenportionen. Die Sekretionszellen der Magendrüsen scheinen übrigens, ähnlich wie die Epithel-Zellen der Darm- und anderer Schleimhäute, von zweierlei Art zu sein, Zellen mit klarem Inhalt und Zellen mit dunkelgranulärem Contentum und Manches spricht dafür, dass die Magendrüsen mit den Sekretionszellen der ersten Art für die Verdauung wirksamer sind, als die Drüsen, deren Zellen einen hellen Inhalt haben.

In dem Darm erfährt zwar der Speisebrei noch mancherlei Umänderungen, hauptsächlich aber geschieht in ihm die Aufsaugung der gelösten Stoffe in die Blut- und Chylusgefässe. Für die Aufnahme der Fettmolekule aus der Darmhöhle zunächst in die Epithelzellen und von da weiter bis in die Chylusräume müssen wir eine Porosität der organischen Häute statuiren, und an der verdickten hellen Endfläche der Cylinderzellen des Darmes ist auch eine in neuester Zeit bei Wirbelthieren und manchen Arthropoden beobachtete feine senkrechte Streifung auf sichtbare Porenkanäle gedeutet worden.

Ueber die Function des Pancreas und der Leber schwimmen bekanntlich noch die Ansichten, und ich möchte im Hinblick auf das

letztere Organ nur mit einigen Worten auf den Inhalt der Leberzellen zurückkommen.

H. Meckel folgert aus seinen Beobachtungen, dass in der Leber des Krebses und der Mollusken zwei spezifisch verschiedene Arten von Zellen zugegen seien, von denen die einen den Gallenstoff, die anderen das Fett secerniren. Ich kann dieser Ansicht nicht das Wort reden, und so wenig in der Reihe der Wirbelthiere eine derartige Scheidung der Leberzellen zulässig ist, vermag man sie für die Wirbellosen aufrecht zu erhalten. Dieselbe Zelle producirt Fett und producirt Galle lediglich durch Umwandlung ihres Inhaltes, und zwar erscheint das Gallenfett als Vorläufer des Gallenstoffes. Die oben mitgetheilten Thatsachen von dem ungemeinen Fettreichthum der Leberzellen (bei Selachiern z. B.) machen bemerklich, dass bei gewissen Thieren das Fett das Hauptsekret der Leber ist und seitdem man von der Bereitung des Zuckers in der Leber weiss, darf man auf Beziehungen zwischen beiden Stoffen rathen. Ich habe auch schon früher eine Beobachtung über *Paludina vivipara* berichtet (Ztsch. f. w. Z., 1849) die mir damals zu zeigen schien, „dass das Fett im Haushalt der genannten Schnecke unter gewissen Umständen den Gallenstoff substituiren kann." An Thieren nämlich, die sich im Monat November zum Winterschlaf vorbereiten mochten, sah die Leber, statt wie sonst gelb oder braun, jetzt weisslich aus und die Leberzellen enthielten keinen Gallenstoff mehr, sondern nur Fettkörperchen. Im Magen, wo früher die Galle lange, von farbloser Substanz umhüllte Stränge bildete, fand ich die letzteren nur aus Fettplättchen zusammengesetzt. Bei anderen Exemplaren mit weisslicher Leber bestand der Zelleninhalt und die erwähnten Stränge aus einer feinkörnigen Masse (Fettmolekule?)

Ueber die Leber der Wirbelthiere vergl. *Remak* in seiner Entwicklungsgeschichte, *Leydig*, über Selachier, Ganoiden etc.; Leber der Wirbellosen die Arbeiten von *Meckel*, *Leuckart*, *Gegenbaur* u. a. — Bezüglich der „Leber" der eigentlichen Hirudineen zwingen mich meine Beobachtungen, von der herrschenden Ansicht ganz abzugehen. Man spricht eigenthümliche, gelbbraune, den Magen und Darm umspinnende Schläuche als Leber an; sie sollen mit ihren Ausführungsgängen ineinander münden und auf der inneren Fläche des Darms ihren Inhalt entleeren. Dieser Darstellung gegenüber getraue ich mir zu behaupten, dass das Leber sein sollende Gewebe der Hirudineen eine andere Bedeutung habe, es ist mit dem sog. Fettkörper der Arthropoden auf eine Stufe zu stellen. Seiner Zusammensetzung nach besteht es aus Zellen, die verschieden gross und von wechselnder Gestalt sind, rund, länglich, auch faserartig ausgezogen, im anderen Falle verzweigt, die Fortsätze unter sich anastomosirend; häufig verschmelzen sie ferner zu Röhren mit halbkugligen Hervortreibungen, kurz es kehren eigentlich alle die Gestaltveränderungen wieder, welche die den „Fettkörper" der Arthropoden componirenden Zellen sehen lassen. Den Zelleninhalt bildet bei *Hirudo*, *Haemopis*, *Nephelis* eine braune Körnermasse, in stärkerer oder geringerer Füllung. Gleichwie nun der „Fettkörper" der Arthropoden mit der äusseren Haut der Tracheen, der Eingeweide etc. in Continuität steht, so tritt auch das irrthüm-

lich bisher für Leber geltende Gewebe der Hirudineen mit den bindegewebigen Ueberzügen aller Eingeweide in Verbindung, es umhüllt nicht bloss den Traktus, sondern bildet auch den braungefärbten Ueberzug der Hodenblasen, die *Tunica adventitia* der Gefässstämme, die braune, lockere Hülle des Nervensystemes etc., mit einem Wort diese „Leber“ ist eben eine Form der Bindesubstanz, welche bei Mangel einer eigentlichen Leibeshöhle die Zwischenräume zwischen den Organen ausfüllt und sie umgiebt. Auch noch in anderen Beziehungen ist die Aehnlichkeit mit dem „Fettkörper“ nachzuweisen. Obschon nämlich die braungefärbten Körner die Hauptmasse der Zellen erfüllen, so sieht man doch (*Haemopis* z. B.) zwischen solchen braungefärbten Netzen andere Stränge, deren Zellen farblose fettartige Kügelchen zum Inhalt haben und, was sprechend ist, bei *Clepsine*, *Piscicola* ersetzt ein schönes, unbezweifelbares Fettgewebe die Stelle der braungefärbten Netze. Wo die Zellen durch ihre Ausläufer ein Maschenwerk erzeugen, liegt Gallerte in den Räumen. — Ausser der Untersuchung frischer Thiere ist folgendes Verfahren zu empfehlen. Man wirft den lebenden Egel einige Minuten in heisses Wasser, trocknet ihn alsdann und macht feine Querschnitte durch das ganze Thier, die man in leicht angesäuertem Wasser wieder aufweicht. Solche Präparate lehren deutlich, dass das Bindegewebe, welches von der äusseren Haut an, durch die Muskelbündel hindurchziehend, alle Organe verbindet, in seinen zelligen Elementen an vielen Körperstellen mit braungefärbten Kügelchen erfüllt sein kann, dass diese färbende Materie im Innern des Körpers aber von derselben Natur ist, wie der braune Farbstoff der äusseren Haut.

Bemerkungen über die Leber der Insekten finden sich unten, wo von den Harnorganen der Wirbellosen die Rede ist.

Dreiunddreissigster Abschnitt.

Von den Respirationsorganen des Menschen.

§. 334.

Die zu den Athmungswerkzeugen zählenden Organe: der Kehlkopf, die Luftröhre uud die Lungen, welche von einem allgemeineren morphologischen Standpunkt aus betrachtet, in ihrer Gesammtheit das Bild einer grossen traubenförmigen Drüse gewähren, bestehen aus Gefäss- und Nervenführender Bindesubstanz, Muskeln und zelligen Ueberzügen. Im Embryo keimen diese Theile als Ausstülpungen der vorderen Schlundwand, die selbst wieder aus einem Epithelialrohr und einer Faserhaut zusammengesetzt ist. Letzteres liefert das Gefäss- und Nervenführende Bindegewebe, ersteres die zelligen Lagen.

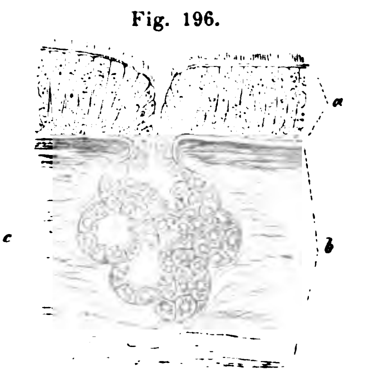
Entsprechend den Umrissen einer traubenförmigen Drüse, endigen die Bronchien in die trichterförmigen Räume (*Infundibula*, *Rossignol*, *Adriani*), an deren Wänden die Lungenzellen (*Alveoli parietales*) sich befinden. Nach *Adriani* kann ein *Bronchiolus* mit einem oder auch mehren *Infundibula* besetzt sein. Man vergegenwärtigt sich den Bau der Lungenbläschen am besten, wenn man

sich daran hält, dass ein einziges *Infundibulum* der Menschen (und Säugethier-) Lunge einer ganzen Froschlunge mit ihren *Alveoli parietales* gleichzusetzen ist.

§. 335.

Die Bindesubstanz tritt im Kehlkopf, der Luftröhre und den Bronchien, um für diese Theile ein festeres Gestell, ein Skelet herzurichten, unter der Form verschiedener Knorpel auf, von denen die einen, nämlich der Schildknorpel, Ringknorpel, Giessbeckenknorpel, die Knorpel der Trachea und Bronchien zum Hyalinknorpel gehören, während der Kehldeckel, die *Santorini*'schen und *Wrisberg*'schen Knorpel den Faserknorpeln sich anschliessen. Die *Corpuscula triticea* zeigen bald mehr die Natur von Hyalin-, bald mehr von Faserknorpel. In den feinsten Bronchien verlieren sich die Knorpelblättchen. — Die hyalinen Kehlkopfsknorpel ossifiziren nicht selten theilweise und sind dann gefässhaltig.

Fig. 196.

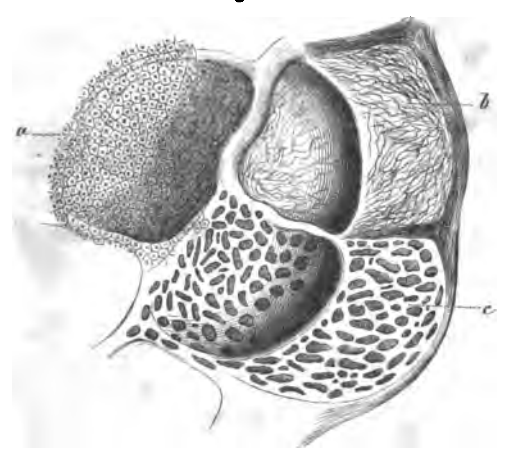


Durchschnitt durch die Schleimhaut der Luftröhre.
a das Flimmerepithel, b Bindegewebsstratum der Mucosa, c traubenförmige Schleimdrüse. (Starke Vergr.)

Zur Verknüpfung der Knorpel verdichtet sich ferner die Bindesubstanz zu zahlreichen Bändern, die sehr reich an elastischen Fasern sind oder auch fast nur aus solchen Elementen zusammengesetzt sich zeigen, und alsdann eine hellgelbe Farbe haben. Die elastischen Fasernetze sind von der feineren Varietät. Das Bindegewebe bildet ferner die gefäss- und nervenhaltige Grundlage der Schleimhaut, deren Eigenthümlichkeit sich darin zeigt, dass sie sich nicht in Papillen erhebt und einen ganz besonderen Reichthum an elastischen Faserzügen hat. Schon in der *Trachea* gewinnen die elastischen Elemente eine grosse Ausdehnung, so dass sie zum Theil allmählig als Hauptconstituens der *Mucosa* erscheinen, was noch auffälliger wird in den feineren Luftröhrenästen, und zuletzt besteht die häutige Grundlage der Endbläschen an den dünnsten Bronchialzweigen fast lediglich aus elastischem Gewebe.

Im Kehlkopf, der Luftröhre und tief in die Bronchien hinein, nach *Remak* sogar in den feinsten Bronchien, buchtet sich das Bindegewebsstratum der *Mucosa* zu traubigen Räumen aus, die von Fortsetzungen des Epithels ausgekleidet, die Schleimdrüsen vorstellen; sie sind fast durchweg sehr zahlreich, stehen am Kehlkopfseingang gehäuft, so dass sie sich hier schon dem freien Auge bemerklich machen.

Fig. 197.



Das Endstück eines Infundibulums der Lunge mit drei Lungenbläschen (Parietalzellen), von innen angesehen und in schematischer Darstellung.
a Lungenbläschen, an dem das Epithel zu sehen ist, b Lungenbläschen, an welchem das Epithel weggelassen wurde, um die bindegewebige Grundlage der Bläschenwand sammt den elastischen Fasern zu zeigen, c Lungenbläschen, ebenfalls ohne Epithel, aber das dichte Capillarnetz versinnlichend.

§. 336.

Der zellige Ueberzug der Respirationsschleimhaut ist im Allgemeinen ein Flimmerepithel, das am Kehlkopfseingang beginnt und sich durch die Luftröhre und deren Verästelungen verbreitet. Die Cilien sind fein und die Richtung ihrer Gesammtthätigkeit geht von innen nach aussen. Im Kehlkopf wird das Flimmerepithel unterbrochen durch ein geschichtetes Plattenepithel, das die oberen Stimmbänder überdeckt (*Rheiner*). Ebenso verlieren sich die Cilien in den Endbläschen der Bronchialausläufer. Das Epithel ändert auch an den verschiedenen Lokalitäten der Schleimhaut insoferu ab, dass es im Kehlkopf, in der Luftröhre und den stärkeren Aesten derselben, im Einklang mit der grösseren Dicke des Bindegewebsstratums der *Mucosa*, mehrschichtig erscheint, in den dünnhäutigen Bronchien aber zu einer einzigen Schicht herabsinkt, die dann, wie bemerkt, in den Endbläschen selbst die Flimmerhärchen verliert, was zuerst *Remak*, gegenüber von *Henle* und *Valentin*, hervorhob.

§. 337.

Was die contractilen Fasern des Respirationsapparates anlangt, so sind die Muskeln des Kehlkopfes quergestreift, die der Luftröhre und Bronchien sind glatte Bündel, deren Sehnen, wie *Kölliker* gezeigt hat, ganz aus elastischen Fasern zusammengesetzt sein können. Die Endbläschen scheinen ohne Muskeln zu sein.

Die Lungen haben ein zweifaches Gefässystem, von denen das eine, die Lungengefässe, das Blut, welches athmen soll, enthält, das andere oder die Bronchialgefässe zur Ernährnng des Lungenparenchyms dienen. Zu beschreiben, wie diese verschiedenen Gefässe im Speciellen verlaufen, liegt ausser dem Kreise dieser Darstellung. Hier genügt zu erwähnen, dass das Capillarnetz, welches von der bindegewebigen Wand der Lungenbläschen getragen wird, eines der allerdichtesten des ganzen Körpers ist, so dass im angefüllten Zustande desselben nur schmale Inselchen der bindegewebigen Grundlage zwischen den Capillaren übrig bleiben.

In Betracht der Lungennerven, welche vom *Vagus* und *Sympathicus* kommen, ist erwähnenswerth, dass sie, die Bronchien begleitend und ihren Verzweigungen folgend, in zahlreiche kleine Ganglien anschwellen (*Remak*).

Die schwarzblaue Farbe, welche die Lunge des Erwachsenen hat, rührt her von Pigmentkörnern, welche meist im Bindegewebe zwischen den Läppchen oder auch im bindegewebigen Gerüste der Lungenbläschen selber abgelagert sind.

An der äusseren Fläche der Lungen gestaltet sich das die grösseren und kleineren Gruppen der Lungenbläschen zusammenhaltende Bindegewebe zu einer abgrenzenden Haut, die sammt dem sie deckenden Plattenepithel als seröser Ueberzug der Lunge (*Pleura*) bezeichnet wird. Durch *Luschka* ist man auf zottenartige Verlängerungen aufmerksam geworden, die am Rande der Lungenflügel durch die *Serosa* gebildet werden. (Aehnliche *Appendices* finden sich auch in den Synovialkapseln und am Visceralblatt des Hodens.)

§. 338.

Schilddrüse.

In einen gewissen anatomischen Zusammenhang mit den Luftwegen tritt die Schilddrüse, *Glandula thyreoidea*, welche nach *Remak* durch Abschnürung eines Theils der vorderen Schlundwand sich bildet. Gleich anderen drüsigen Organen besteht sie aus Bindegewebe und zelligen Elementen. Das Bindegewebe bildet zunächst um das ganze Organ eine feste Hülle, dann in's Innere dringend grenzt es allseitig geschlossene Blasen ab und die unmittelbare Conturschicht der Bindesubstanz, welche, wie anderwärts, unter der Gestalt eines hellen Saumes die eigentliche Wand des Follikels formt, kann als *Membrana propria* unterschieden werden. Selbstverständlich

ist die Bindesubstanz zugleich der Träger der so überaus reichlichen Blutgefässe, der Lymphgefässe und der wenigen Nervenfasern. Die Innenfläche der Follikel wird von einer einfachen Zellenlage ausgekleidet und der übrige Hohlraum von einer farblosen Flüssigkeit erfüllt. Ausserdem beobachtet man sehr gewöhnlich noch homogene, festweiche Kugeln im Inneren der Schilddrüsenblasen, die unter dem Namen Colloid bekannt sind und mitunter den Raum des Follikels ganz einnehmen. Man schreibt ihnen eine pathologische Natur zu, eine Annahme, welche durch Untersuchungen an Thieren (s. unten) keineswegs gestützt wird. Dagegen ist es erfahrungsgemäss, dass die menschliche Schilddrüse sehr häufig entartet, wobei die Follikel unter Zersetzung ihres Epithels und Ueberfüllung mit Colloid sich zu grösseren Hohlräumen ausdehnen und zu Cysten zusammenfliessen.

Die Schilddrüse entbehrt bekanntlich eines Ausführungsganges.

Ueber das Epithel in den Lungenbläschen des Menschen herrscht im Augenblicke einige Uneinigkeit unter den Beobachtern; die Einen nämlich lassen es ganz oder theilweise fehlen, während Andere die Anwesenheit eines vollständigen Epithels behaupten. Vergl. auch unten §. 344 Anmerkung.

Vierunddreissigster Abschnitt.

Von den Respirationsorganen der Wirbelthiere.

§. 339.

Die Lungen der Wirbelthiere spiegeln in ihren Umrissen immer das Bild einer Drüse wieder und leicht ist es, sich die verschiedenen Abstufungen von einfacher bis zusammengesetzter Bildung vorzuführen. Die Tritonen bekanntlich haben ganz simple Lungensäcke, bei den Fröschen u. a. entstehen durch Vorspringen von Septen auf der Innenfläche rhomboidale Maschen, auf deren Flächen zum zweitenmal kleine Waben zum Vorschein kommen und bei den höheren Ordnungen der Reptilien kann die Lunge durch fortgesetzte Vermehrung der Dissepimente eine mehr parenchymatöse Natur annehmen. Bei den Vögeln besteht die Lunge aus häutigen Röhren und Pfeifen, welche in die Bronchien offen sind und welche man dem primären Lungensack der Amphibien für gleichwerthig ansehen kann. Die Wände der Röhren werden wiederum mit einem feinen Netz von kleinen Scheidewänden überzogen, wodurch gleich den Waben der Amphibienlunge meist sechseckige Höhlchen entstehen, und auch

in jeder Masche dieses Netzes liegen noch kleinere sechseckige Räume, welche wir den Endbläschen der Säugethierlungen vergleichen dürfen.

§. 340.

Das Bindegewebe, welches das Gerüst der Lungen liefert, erscheint bei Säugern und Vögeln dergestalt von elastischen Elementen durchwebt, dass sie nahezu die Grundmasse des ganzen Lungengestelles ausmachen, während in der Lunge der Reptilien, wo Muskeln sehr verbreitet sind, die elastischen Fasern zurücktreten. — Am Kehlkopf, der Luftröhre und ihren Verzweigungen modificirt sich die Bindesubstanz, um diesen Theilen eine festere Stütze zu gewähren, in einzelne Knorpelstücke, welche bei Säugern öfters gleich beim Eintritt in die Lungen aufhören (*Sus*, *Meles*, *Erinaceus* u. a.), oder sie sind noch weit in die Lungen zu verfolgen (Wiederkäuer, viele Fleischfresser, *Equus* u. a.), bei Vögeln (dem Reiher z. B.), kann ich ihnen gleichfalls über Zoll weit in die Lungen nachgehen. Auch bezüglich höherer Reptilien (*Crocodilus*, *Monitor*) wird die Anwesenheit von Knorpelstreifen in den Lungen gemeldet, was ich wenigstens für die Schildkröte bestätigt finde. Die Knorpel sind Ausläufer der Bronchialringe und erhalten die Eingänge in das Maschennetz ausgespannt. Bei *Lacerta agilis* existiren nur an der Lungenwurzel noch die Knorpelstreifen, wie man gut sieht, wenn die Lunge im Ganzen herausgenommen und mit Kalilauge behandelt wird, wo sich dann zeigt, dass Streifen hyalinen Knorpels von einfacher oder ästiger Form in die Lungenbalken ausstrahlen und zuletzt als Knorpelinseln aufhören. *R. Wagner* giebt an, es scheine im Kehlkopf von *Salamandra* und *Triton* „nichts Knorpeliges“ sich zu finden, auch sei die kurze Luftröhre vom Salamander bloss „häutig.“ Ich sehe indessen mit aller Klarheit im *Larynx* der *Salamandra maculata* Stücke aus schönem Hyalinkorpel als seitliche den Eingang begrenzende Längsstreifen, dann in der Wand der „häutigen“ Luftröhre zu beiden Seiten 6 — 7 ebensolche hyalinknorpelige kurze Halbringe Bei der Grösse der zelligen Theile dieses Thieres überhaupt, haben auch die Knorpelzellen einen bedeutenden Umfang.

Die Knorpel der Respirationswerkzeuge können bei Säugern theilweise ossifiziren; den Vögeln eigenthümlich ist, dass die Knorpel des Kehlkopfs, der Trachea und Bronchien, sehr allgemein ganz oder theilweise verknöchern. In den ossifizirten Trachealringen sehe ich (beim Staaren, dann einer Papageiart) schöne verästelte Markkanälchen, die hauptsächlich in der Querrichtung verlaufen. Bei *Tetrao* soll nach *Nitzsch* die Luftröhre nur Knorpel enthalten, indessen finde ich bei *T. urogallus*, dass auch da die Tracheaknorpel Ossifikationen haben, freilich zum Theil nur schmale Streifen bildend, aber doch deutlich vorhanden. An einer untersuchten *Strix flammea* waren die Ringe ohne alle Verknöcherungen. Die blasige Erweiterung des *Larynx*

bronchialis besitzt eine sehr dicke Knorpelwand, und wie ich bei einer jungen Ente bemerke, ist sie von zahlreichen verästelten Gefässkanälen durchzogen, die für das freie Auge allerdings erst dann sichtbar sind, wenn man den Knorpel in feine Scheiben schneidet, wobei sich die Kanäle mit Luft füllen und durch ihren Silberglanz abstechen. Auch im Bügel sind sie vorhanden. Die theilweisen Ossifikationen am *Larynx bronchialis* sind ebenfalls sehr gefässreich. (Auffallend ist mir, dass bei einem älteren Thiere, wo der *Larynx bronchialis* fast ganz verknöchert war, die knöcherne Wand nicht im Entferntesten die Dicke der beschriebenen Knorpelwand besitzt.) Bei den Reptilien scheinen die Knorpel des *Larynx* und der *Trachea* selten zu verknöchern, jedoch möchte bei den Schlangen die Ossifikation allgemein sein, denn ich nehme wahr, dass nicht bloss bei *Python* die Trachealringe bis auf einen knorpelig bleibenden Grenzsaum ossifizirt sind, sondern auch bei *Coluber natrix* und *Coronella laevis* zeigen sich sämmtliche Knorpelstücke vom *Larynx* an durch die *Trachea* bis hart an die Lungen heran, verkalkt, und nur, wie bei *Python*, die Grenzschicht erhält sich im knorpeligen Zustande. Das Knorpelgewebe ist sog. Zellenknorpel, d. h. mit einem Minimum von Grundsubstanz zwischen den Zellen, und der Kalk erscheint nur in den Intercellularstoff abgesetzt, übrigens bildet sich nichts von Markräumen oder Havers'schen Kanälen aus.

Am Kehlkopf der Säuger kommt Hyalin- und Faserknorpel vor, letzterer z. B. beim Ochsen mit sehr entwickelten Fasernetzen, der Hyalinknorpel zeigt mir bei demselben Thier im Ring- und den Giesskannenknorpeln Kanäle mit Blutgefässen. Die Trachealknorpel der Säuger können sehr fetthaltig sein (*Vespertilio pipistrellus* z. B.), bei den Vögeln zeichnen sich diese Knorpel durch überwiegende Zahl der Knorpelzellen aus, auch bei beschuppten Reptilien (wie ich es wenigstens an der reichlich von Pigment umsponnenen *Trachea* der *Anguis fragilis*, sowie bei *Coluber natrix* sehe), walten die Zellen so vor, dass die Grundsubstanz kaum in Spuren zugegen ist.

§. 341.

Der bindegewebige Theil der *Mucosa* bildet bei Säugern und Vögeln im Kehlkopf und der Luftröhre die *Tunica propria* von Schleimdrüsen, welche bei Säugethieren eine traubige Form haben, bei Vögeln (nach Untersuchungen am Reiher) nur kurze einfache Säckchen vorstellen. Am *Larynx bronchialis* der Ente erscheint mir unterhalb der verdickten Knorpelwand auch die Schleimhaut polsterartig verdickt, indem sie sich zu einer weissgelblichen, einige Linien dicken elastisch-gallertigen Lage umgewandelt hat, die bei mikroskopischer Untersuchung als gallertiges Bindegewebe erkannt wird. Sie besteht aus einem Maschenwerk verästelter und faserig ausgezogener Bindegewebskörper und die Zwischenräume sind mit einer Sulze gefüllt,

welche in Essigsäure gerinnt. Uebrigens überwiegt fast die Menge des Fasergerüstes die der homogenen Zwischensubstanz, wesshalb auch die Haut im Ganzen fester ist, als z. B. das gallertige Bindegewebe im Embryo.

An den Stimmbändern, die in ähnlicher Weise verdickt sind, hat die sulzige Zwischensubstanz zugenommen und in Folge davon ist auch die Weichheit dieser Portion grösser. Das Gallertgewebe ist von Blutgefässen durchzogen. (An älteren Thieren mit fast ganz verknöchertem *Larynx bronchialis* war die Schleimhaut nur gegen den Anfang der Bronchien zu polsterartig verdickt.) Das Epithel der *Mucosa* ist wohl durchweg ein flimmerndes, nur der zunächst für die Stimmbildung dienende Theil des Kehlkopfes hat bei Säugethieren und Reptilien cilienloses Plattenepithel, genauer angegeben haben z. B. beim Hund die oberen und unteren Stimmbänder ein Plattenepithel, ebenso beim Kaninchen; bei der Katze beginnt Flimmerepithel erst unterhalb der Stimmritze (*Rheiner*), auch bei der Ratte sehe ich, dass der Kehldeckel und die Stimmbänder ein geschichtetes Plattenepithel besitzen, während der übrige Kehlkopf flimmert, und schon aus früheren Beobachtungen war mir bekannt, dass beim Frosch und der Eidechse das Epithel des Stimmbandes ein anderes sei, als das des übrigen Kehlkopfes: hier lebhaft fiimmernd und die Zellen mit klarem Inhalt, dort flimmerlos und die Zellen mit körnigem Contentum. Wie sich die Vögel am oberen und unteren Kehlhopf verhalten, bleibt noch festzustellen, ich konnte zwar bei einer Ente anscheinend von allen Orten des *Larynx bronchialis* Flimmerzellen gewinnen, allein zwischen den Fragmenten des Flimmerepithels waren zusammenhängende exquisite Plattenzellen zugegen; nur gelang es nicht, den eigentlichen Standort derselben zu bestimmen.

In den Lungenbläschen der Säuger und den Lungenzellen der Vögel scheint nirgends ein Flimmerepithel zu existiren, ja es ist mir bis jetzt nicht einmal gelungen, das Epithel in den Lungenzellen der Vögel (Reiher, Taube) zweifellos zu sehen. Die Lunge der Amphibien flimmert bekanntlich, und die Zellen haben bei *Coronella laevis* hier und durch den ganzen Respirationsapparat einen scharf conturirten körnigen Inhalt.

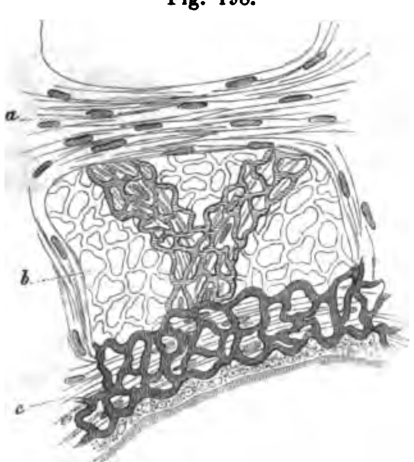
§. 342.

Die Muskeln des Kehlkopfes, bei Vögeln auch der eigenthümliche Muskelapparat des *Larynx bronchialis,* sind quergestreift, in der Wand der *Trachea* und *Bronchien* von Säugern und Vögeln unterscheidet man glatte Bündel. Die Muskelpaare, welche bei Vögeln die Luftröhre herabziehen, gehören zu den quergestreiften. In wie weit die Lunge der Wirbelthiere eine glatte Muskulatur besitzt, steht noch zu erforschen. Die Säuger scheinen so wenig wie der Mensch in der Lunge mit contractilen Elementen versehen zu sein, doch dürften die Lungen der Wale einer näheren Prüfung zu unterwerfen sein,

da denselben „eine ausserordentliche Contractilität“ zugeschrieben wird, so dass sie sich „von Luft vollkommeu entleeren“ können. In der Vogellunge glaube ich am Reiher Muskeln gesehen zu haben, die den grösseren Röhren angehören mochten, bei den Amphibien sind die Lungen der einen, z. B. die vom Frosche, Landsalamander, Ringelnatter, *Python*, Eidechse, Schildkröte, deutlich damit ausgestattet, ja die Septen bestehen (z. B. an *Lacerta agilis* bis zur Lungenspitze), hauptsächlich aus Muskeln, selbst in den blinden dünnwandigen End-



Fig. 198.



Ein Stück der Lungeninnenfläche von Lacerta agilis.
a Muskulöses Septum, b Boden einer Lungenzelle, auf dem man die Blutcapillaren sieht, c ein Septum, an dessen Rande das Flimmerepithel sichtbar ist, sowie dahinter das Gefässnetz und in der Tiefe die Muskelzüge.

zipfeln der Lungen des Chamäleon sehe ich deutlich, dass die polygonalen Streifen von glatter Muskulatur herrühren. — Die kleinen, weissen Knötchen, welche man in der Lunge des *Python* in den Winkeln der Maschen erblickt, repräsentiren verdichtetes Bindegewebe, in welchem die verzweigten Körper deutlich sichtbar sind. Man könnte sich dieselben als die festen Punkte vorstellen, gegen welche die Muskelbalken wirken. Andere Reptilien, z. B. *Triton*, *Proteus*, vielleicht auch *Menopoma*, haben keine Spur von Muskeln im Lungengewebe. — An den Lungen mancher Batrachier, (*Proteus* z. B.) sitzen aussen viele Fettzellen an.

Die Nerven im Lungengewebe sah *Remak* bei Säugern und beim Frosch in kleine Ganglien anschwellen, ich beobachtete dasselbe auch in den Lungen der *Testudo graeca*.

§. 343.

Ob die Lungen pigmentirt sind oder nicht, unterliegt grossen Schwankungen, unsere einheimischen Frösche, Kröten und Landsalamander z. B. haben reichlich pigmentirte Lungen, die der Vögel

scheinen immer pigmentlos zu sein. Bei letzeren kommuniziren mit den Lungen die sog. Luftsäcke, sie bestehen wie die Lungen aus einer an elastischen Elementen überaus reichen Bindesubstanz, auch däucht mir glatte Muskeln darin erkannt zu haben. Von *Sula* und *Pelicanus* wird angegeben, dass sich über die Aussenwand des Interclavicularsackes und seiner Fortsetzungen von der *Furcula* kommende Muskelfasern fächerförmig ausbreiten. Das Epithel ist stellenweise ein flimmerndes. Beim Thurmfalken z. B. erblickt man in jenen den Lungenlöchern zunächst liegenden Partien ein Flimmerepithel, ausserdem cilienlose Zellen.

Bei Cetaceen ist nach *Leuckart* der Pleuraüberzug der Lungen sehr dick und hat eine mächtige Schicht elastischer Fasern. Dies dürfte doch kaum ein allgemeiner Charakter sein; beim *Manatus australis* wenigstens zeigt sich mir die Lungenpleura nicht dicker als anderswo, ist bindegewebig und in der Tiefe mit ganz feinen elastischen Fasern durchflochten.

§. 344.

Schilddrüse.

Die Schilddrüse ergiebt bei den verschiedensten Wirbelthieren einen sehr übereinstimmenden Bau. Wo sie nämlich bis jetzt von Fischen, Amphibien, Vögeln und Säugern untersucht wurde, bestand sie aus geschlossenen, mit zahlreichen Blutgefässen umsponnenen Blasen, an deren Innenwand ein schönes Epithel liegt, den übrigen Raum nimmt eine wasserklare Flüssigkeit ein, oder auch Colloidmassen, welche ich selber bei Knochenfischen (*Zeus faber* z. B.), Rochen und Haien, bei Reptilien (Proteus, Ringelnatter, Eidechse) und Vögeln (Sperling z. B.) wahrgenommen habe, auch ebendesshalb diese Gebilde, wenn sie beim Menschen gefunden werden, kaum für eine pathologische Erscheinung gelten lassen möchte. Bei den niederen Wirbelthieren ist wenig Bindegewebe zwischen den Drüsenblasen zugegen (am wenigsten, wie mir scheint, bei der Ringelnatter), daher die Blasen dicht an einander gereiht sind, und das ganze Organ sowohl für das freie Auge durch sein gekörnelt höckeriges Aussehen, als auch unter dem Mikroskop den Eindruck eines Eierstockes macht. Beim Landsalamander ist das die Gefässe der Thyreoideablasen tragende Bindegewebe manchmal von vielem schwarzen Pigmente durchzogen. Die Zahl der Blasen variirt bei Thieren derselben Art, beim *Proteus* z. B. waren in mehren Fällen nur 3 — 5 Blasen zugegen, um welche rings herum viele Fettklümpchen lagen. Bei *Lacerta agilis* sehe ich die *Thyreoidea* von zweihörniger Gestalt, die Mitte am dicksten. Nur die *Thyreoidea* der ungeschwänzten Batrachier (Frösche, Kröten) weicht ab, da sie anstatt zahlreicher, kleiner geschlossener Follikel, die eng zusammengedrängt wären, nur gewöhnlich aus drei grossen, mit engmaschigem Capillarnetze versehenen und von einander isolirten Blasen besteht, deren Inhalt weder helle Flüs-

sigkeit, noch Colloid, sondern eine feinkörnige, zum Theil fettige Substanz ist (Ueber der *Thyreoidea* liegt ein kleines längliches Ganglion mit 14 — 15 Ganglienkugeln).

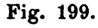
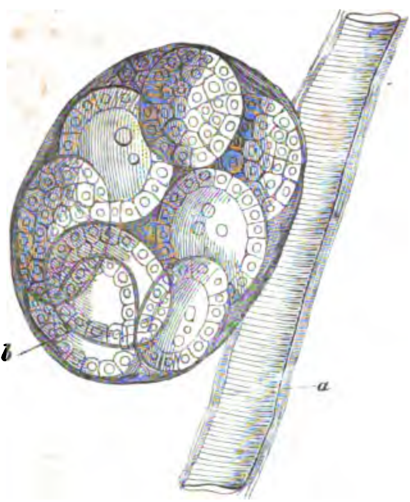


Fig. 199.



Schilddrüse des Proteus anguinus.

a Blutgefäss, b die Drüsenblasen, sie werden theils von der Fläche, theils im Durchschnitt gesehen; in mehren befindet sich Colloid.

Die Athmung bezweckt bekanntlich die Aufnahme von Sauerstoff aus dem umgebenden Medium, wobei eine beständige Ausleerung von Kohlensäure, die sich in Folge der stets fortschreitenden Zersetzungen im Thierleibe gebildet hat, vor sich geht. Es soll nun nach *Ecker* (Icones phys.) in den Endbläschen der Lunge ein wirkliches Epithel fehlen, indem bloss zerstreut einige Zellen sich finden. Somit wären die Blutcapillaren nackt der Luft exponirt und es liegt nahe, den Mangel eines solchen zelligen Ueberzuges mit einem dadurch erleichterten Stoffaustausch zwischen Luft und Blut in Zusammenhang zu bringen. Wenn diess der Fall ist, so dürfte auch eine von mir schon oben mitgetheilte Beobachtung über *Cobitis fossilis* einiges Interesse verdienen. Dieser Fisch athmet zum Theil mit seinem Darm, er schluckt atmosphärische Luft und giebt durch den After Kohlensäure von sich. Die Schleimhaut des Darmes, welche lebhaft roth ist, sich in niedrige Fältchen erhebt und ohne Drüsenbildung ist, zeichnet sich durch ungemeinen Gefässreichthum aus, so dass sie eigentlich nur aus Blutcapillaren und etwas homogener Bindesubstanz, als Träger derselben, besteht und, was mir eben recht auffallend war, weder am frischen Objekte noch nach Behandlung mit Essigsäure ist es mir geglückt, ein Darmepithel nachzuweisen!

An den Stimmblasen, welche viele männliche Batrachier besitzen, erkennt man deutlich eine Muskelhaut; die innere Oberfläche ist von einer Schleimhaut mit Flimmerepithel ausgekleidet (*v. Rapp*).

Ueber die *Thyreoidea* von *Triton*, *Salamandra*, *Proteus*, *Coecilia*, *Rana*, *Testudo*, *Coluber*, *Acipenser*, *Squatina*, *Torpedo*, *Mustelus* u. a. siehe meine Unters. üb. Fische u. Rept., Rochen u. Haie. — In der trefflichen vergleichenden Physiologie von *Bergmann* und *Leuckart* ist bezüglich dieses Organes gesagt, der

mikroskopische Befund deute auf ein Entstehen und Vergehen von Zellen innerhalb der Blasen hin. Diesen Ausspruch kann ich nicht billigen. Man sieht vielmehr bei Thieren die Zellen constant in Form eines schönen Epithels die Wand der Blasen auskleiden, ohne Anzeichen eines Zerfallenwollens der Zellen. Uebrigens ist uns die Function der Schilddrüse ganz unbekannt und wir flüchten uns, wie in ähnlichen Fällen, hinter die oft zum Ersatz eintretende Bemerkung: es diene fragliches Organ zu „einer bestimmten Umänderung des Blutes."

§. 345.

Schwimmblase.

Ein Organ, das vom morphologischen Standpunkt aus, den Lungen verglichen werden darf, ist die Schwimmblase der Fische. Man unterscheidet an ihr zumeist drei Schichten, einen Bauchfellüberzug, eine Muskelschicht und eine ihr eigene Faserhaut.

Aeussere Hülle.

Der Bauchfellüberzug besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe, das häufig pigmentirt ist. Bei vielen Knochenfischen sehe ich, dass die einzelne verästelte Pigmentzelle oft ungemein weit ihre verzweigten Ausläufer entfaltet. Die Schwimmblase der Saiblinge (*Salmo salvelinus*) ist schön rosenroth, aber nach *v. Frantzius* ohne besonderes Pigment, sondern das Gewebe selbst sei gleichmässig schön rosenroth tingirt*). — Bei einigen Fischen (*Cobitis, Acanthopsis,* nach *Cuvier* auch *Ophidium imberbe*), erscheint die äussere Bindegewebs schicht verknöchert und die Schwimmblase steckt dann in einer Knochenhülse, welche z. B. an *Cobitis fossilis* für das freie Auge wie siebförmig durchstochen erscheint und unter dem Mikroskop zeigt sie sich von der Gestalt eines zierlichen Knochengitters. Die Knochenhülle ist mit dem Querfortsatz des dritten Wirbels verwachsen.

Muskelhaut.

Unter der *Serosa* breitet sich sehr häufig eine dünnere oder dickere Muskellage aus, sie ist z. B. beim Stör, wo die Schwimmblase geradezu sich als Ausstülpung des Darmrohres erweist, nicht besonders dick und umhüllt das Organ continuirlich, auch beim *Polypterus bichir* belegen zwei sich kreuzende Muskellagen vollständig die Schwimmblase; *Salmo salvelinus* hat zwei dünne, der Länge und Quere nach verbundene Muskelschichten, beim Hecht beschränken sich die Muskeln auf die untere Fläche, beim Brassen (*Abramis Brama*) isoliren sie sich zu Streifen, die mit der Lungenachse parallel verlaufen, während sie bei *Chondrostoma nasus* die Schwimmblase spiralig umziehen (*Joh. Müller, Czermack*). Bei *Trigla hirundo* und *Dactyloptera volitans* ist eine starke Muskelschicht vorhanden, welche, wenn man die untere Fläche der Schwimmblasen vor sich hat, nur als

*) Wie ich an frischen Saiblingen finde, rührt die Rosafarbe von den „elastischen Platten" her, die einzeln zwar farblos sind, aber sobald mehre beisammen liegen einen gelblichen Anflug haben; für das freie Auge und in Masse bewirken sie den Rosaschiller, die Erscheinung leitet sich demnach von ähnlichen Ursachen ab, welche die Retina resp. die Stabschicht derselben beim Frosch, dem Salamander mit rothem Atlasglanz erscheinen lassen.

zwei den seitlichen Rand einnehmende Streifen sich ausnehmen, die aber auf der Dorsalfläche der Schwimmblase zusammentreffen und sich demnach um die ganze hintere (obere) Seite der Schwimmblase erstrecken. Jn den äusseren Schichten laufen die Muskeln quer, in den inneren nach der Länge. Die letztere Lage ist beträchtlich dünner, als die aus querziehenden Bündeln zusammengesetzte. Die Schwimmblase anderer Fische, z. B. die vom *Cobitis fossilis* entbehrt der contractilen Elemente. Fragt man nach der histologischen Natur dieser Muskeln, so ergiebt sich, dass sie in der Mehrzahl der glatten Art angehören, so beim *Acipenser*, *Esox*, *Abramis*, *Chondrostoma*, *Salmo*. Quergestreift sehen wir sie bei *Polypterus*, *Trigla*, *Dactyloptera* und, was sich eigentlich von selbst versteht, von gleicher Beschaffenheit sind die Muskeln, welche, wie z. B. bei *Gadus*, *Zeus faber* von der Muskulatur der Wirbelsäule sich ablösend, an die Schwimmblase sich ansetzen.

§. 346.

Faserhaut.

Die eigentliche Faserhaut der Schwimmblase fällt häufig unschwer in zwei Häute auseinander, von denen dann die eine weisslich ist mit atlasartigem Glanz und die andere bläulichweiss; beide bestehen aus Bindegewebe, welches in den atlasartig schillernden Schichten sich zu einer besonderen Varietät umgebildet hat. Schon bei den Teleostiern (*Barbus*, *Cobitis* z. B.) löst sich die bezeichnete Bindesubstanz bei unsanfter Behandlung in eigenthümliche starre, feine, zugespitzte, oft wie winkelig geknickte Fasern auseinander. Noch auffallender wird diese Erscheinung beim Stör. Hier ist an der frischen Schwimmblase jene Haut mit Atlasglanz so weich, dass sie sich beim Versuch, sie mit der Pinçette abzuziehen, in kleine, spindelförmige oder nadelähnliche Massen abblättert; leichter noch fällt sie in dergleichen Trümmer auseinander, wenn man sie mit Wasser befeuchtet. Werden solche nadelförmige Theilchen mikroskopirt, so erweisen sie sich zusammengesetzt aus ganz ähnlichen faserartigen Massen, wie die, welche das freie Auge unterscheidet. Sie sind hell, scharf conturirt und dabei starr, die einen können mehr für wirkliche zugespitzte Fasern angesprochen werden, andere erinnern in ihrer Gestalt eher an Hobelspäne oder spitz eingerollte Papierstreifen. (Es darf wohl angenommen werden, dass gerade dieses eigenthümliche Bindegewebe die Schwimmblase der Störe und in geringerem Grade auch die anderer Fische zu einem so geschätzten Leim verwenden lässt.)

„Elastische Plättchen.“

Noch habe ich in der Wand der verschiedensten Knochenfische sonderbare Elementartheile gefunden, über deren Bedeutung ich nichts vorzubringen vermag. Es sind ganz pelluzide Plättchen von unregelmässiger Gestalt, die sich gern einrollen und dann für starre Fasern genommen werden können. Jedes Plättchen besitzt einen in

der Mitte liegenden ovalen Kern, nach Essigsäure trübt sich das Plättchen und nimmt damit eine gelbliche Färbung an, ohne sonst an der Schärfe seiner Conturen etwas einzubüssen. Ich habe solche Elemente mitten im Bindegewebe der Schwimmblase gesehen, z. B. bei *Chondrostoma nasus*, *Zeus faber*, *Gobius niger*, *Hippocampus*, *Dactyloptera*, *Cepola* u. a. Sie sind bis jetzt von Niemand erwähnt worden, *v. Frantzius* ausgenommen, der sie in der Schwimmblase der Saiblinge beobachtete und sie als elastische Gebilde betrachtet, die in zahlreicher Menge zwischen das Bindegewebe locker eingebettet, bei der Mechanik der Schwimmblase eine Rolle ausüben.

§. 347.

Epithel.

Das Epithel, welches die Innenfläche der Schwimmblase überzieht, liegt entweder der weissen, atlasartig glänzenden Haut auf, deren Elemente die starren, krystallähnlichen Fasern sind (Stör z. B.), oder einer aus gewöhnlichem Bindegewebe bestehenden Schicht (z. B. *Cobitis fossilis*). Die Epithelzellen sind bei beiden Teleostiern von rundlicher Gestalt und ohne Wimpern, bei den Ganoiden hingegen, wie ich wenigstens bei *Acipenser* und *Polypterus* wahrgenommen, ist ein Wimperepithel vorhanden. Die Flimmerzellen sind beim Stör von klarer Beschaffenheit, nur gegen die Ausmündung der Schwimmblase nach dem Magen zu wird ihr Inhalt mehr körnig. (Die nicht flimmernden Epithelzellen bei *Salmo Salvelinus* sind streckenweise dicht mit grösseren Fetttröpfchen angefüllt.) Beim *Polypterus* gehört das Epithel der geschichteten Cylinderform an, indem man rundliche, ferner bedeutend lange Zellen erblickt, die zwei bis drei in Distanzen stehende Kerne haben; die obersten Cylinderzellen flimmern und zeigen an der Basis der Flimmerhaare den bekannten hellen Saum. (Es darf dieser Beobachtung eine gewisse Bedeutung zugelegt werden, da es den Anschein hat, als ob flimmernde Schwimmblasen mit zu einem exclusiven Charakter der Ganoidengruppe werden könnten.)

§. 348.

Die Innenhaut der Schwimmblase hat entweder eine glatte Fläche, oder, wie bei *Polypterus*, dichtstehende, im Allgemeinen längsverlaufende schmale Wülste, mitunter auch gleich manchen Amphibienlungen wabige Vorsprünge (*Hemiramphus* nach *Valenciennes*). Bei *Lepidosteus osseus* ist die innere Oberfläche der Schwimmblase areolär und mit Muskeln in den Balken des Maschenwerkes versehen. (Der „Lungensack" des *Silurus Singio* hat „drüsige" Wände und ist von einem von Querfalten gebildeten Muskel umgeben. *Duvernoy*.)

Die Blutgefässe sind zum Theil sehr spärlich, so z. B. in der inneren bläulich weissen Haut bei *Cobitis fossilis*, häufiger finden wir sie in reichlicher Menge und die letzten Verzweigungen bilden bei

vielen Fischen Wundernetze, die, wenn sie lokal sich beschränken, die s. g. rothen Körper der Schwimmblase hervorrufen.

Schwimmblasen ohne Muskeln scheinen auch der **Nerven** zu ermangeln, während die mit contractilen Elementen ausgestatteten sehr reich an Nerven sind. Beim Hecht z. B. verzweigen sich eine Menge feiner und dicker Nervenfibrillen in der Schwimmblase, von denen die letzteren sich oft hintereinander theilen. Auch an der quergestreiften Muskulatur der *Triglen* ist mir der Nervenreichthum wahrhaft auffallend, man mag noch so viele Muskelstückchen mikroskopiren, in allen zeigt sich eine Unzahl von Nervenfibrillen und, was gleichfalls hervorgehoben zu werden verdient, die Theilungen der Nervenprimitivfasern sind überraschend häufig zu sehen: meist sind es dichotomische Verzweigungen, die sich schnell wiederholen und dabei die gewöhnlichen Veränderungen darbieten, d. h. blass werden und in feine Reiserchen auslaufen.

§. 349.

Kiemen.

Wie die Lungen für das Athmen in der Luft bestimmt sind, so die **Kiemen** für das Athmen im Wasser, und es reihen sich daher diese Organe den Lungen, wenn auch nicht in morphologischer Hinsicht, so doch in physiologischer Beziehung an.

Die äusseren Kiemen der **Amphibien** (Proteus, Salamanderlarven) lassen sich als Fortsetzungen der äusseren Haut betrachten, die beim Proteus durch einen zarten Knorpel gestützt werden. Im bindegewebigen Theil der Kieme verlaufen die Blutgefässe und zwar beim Proteus (und Tritonlarven) in der Art, dass in jedes sekundäre Kiemenläppchen eine Gefässschlinge geht, die sich nicht weiter verzweigt, höchstens, dass der rückführende Abschnitt der Schlinge sich getheilt hat. Beim Proteus und den Salamanderlarven sehe ich in die Kiemenstämme einen **quergestreiften Muskel** eintreten, der sich mit zugespitzten Ausläufern gegen die Basis der sekundären Läppchen verliert, ohne dass man Fasern in die Plättchen selber verfolgen konnte, sie bestehen vielmehr nur aus einer dünnen, homogenen, die Blutcapillaren tragenden Haut und dem Epithel. Auch dunkelrandige Nerven sind hier in den Kiemenstämmen sichtbar. Die Kiemenglocken des merkwürdigen Beutelfrosches *(Notodelphys)* enthalten ebenfalls, wie *Weinland* gezeigt hat, quergestreifte Muskelfasern.

Die **Epidermiszellen** der äusseren Kiemen der Amphibien flimmern. Abweichend hiervon verhalten sich die äusseren Kiemenfäden der Fötus von **Rochen** und **Haien**. Sie haben, was ich nach Untersuchung frischer Thiere aussagen kann, ein flimmerloses Plattenepithel, und was den übrigen Bau angeht, so macht die lange Gefässschlinge keine weiteren Verästelungen, und als Stütze des ganzen Kiemenfadens dient ein Achsenstrang, der aus gallertigem Bindegewebe besteht.

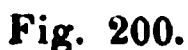


Fig. 200.

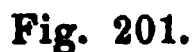


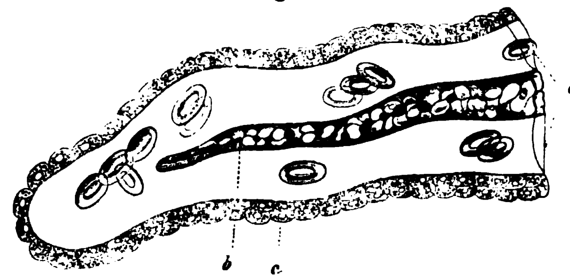
Freies Ende einer Kieme von Proteus anguinus.
a Kiemenstamm mit quergestreiften Muskeln im Innern, b b b drei sekundäre Kiemenblättchen; an dem einen sind die Blutgefässe sowie das Epithel ausgeführt.

Die inneren Kiemen der Fische sind, was die Haut betrifft, welche das respiratorische Gefässnetz trägt, wesentlich Verlängerungen der Rachenschleimhaut, das Epithel daher auch ein flimmerloses, mit einziger Ausnahme des *Amphioxus*, dessen Kiemenschlauch, wie *Joh. Müller* sah, wimpert. Als festere Grundlage der Kiemenblättchen fungiren knorpelige oder knöcherne Strahlen, wobei der Knorpel in der Achse fast lediglich aus rundlichen Zellen besteht *(Gobius fluviatilis, Leuciscus dobula, Acerina cernua, Esox lucius)*, was ebenso wiederkehrt in den Knorpelstrahlen der Nebenkiemen. An der Peripherie nimmt die Grundsubstanz sehr zu und die Zellen sind spindelförmig. Kleine quergestreifte Muskeln, an der Basis der Kiemenblättchen liegend, ziehen sie aneinander. Auch die Nebenkiemen der Selachier verhalten sich histologisch gleich den wahren Kiemen; bei *Raja batis* z. B., wo sie aus 11—12 Falten bestehen, sind sekundäre Querfalten zugegen, in denen die Gefässe Schlingen bilden, eine silberglänzende Punktmasse färbt die Haut weiss. Der zellige Ueberzug besteht aus Pflasterepithel.

Die am concaven Rand der Kiemenbogen befindlichen stachelartigen Auswüchse, welche die Autoren irrthümlich zu den Hornbildungen stellen, haben vom Saibling *(Salmo salvelinus)* z. B. eine

knöcherne Grundlage von schwammiger Beschaffenheit und gehen in sekundäre Zähnchen aus, wobei die Höhlen der Zähne die unmittelbaren Fortsetzungen der Knochenräume sind. Ueber den Knochenkern des Stachels zieht ein bindegewebiger Ueberzug weg mit Blutgefässen und (wie Behandlung mit Kalilauge lehrt) mit zahlreichen Nerven. Darüber kommt die Epithelschicht. Das Ganze repräsentirt sohin eine grosse Papille mit Tochterpapillen, deren Bindegewebe grossentheils verknöchert ist. Auch bei den *Leucisci* sind fragliche Bildungen innen ossifizirt und die noch bindegewebige Rinde weist sehr zahlreiche Nerven auf, was gewiss mit der Funktion dieser Zähne, die Kiemen vor dem Hineinfallen fremder Gegenstände zu schützen, in näherer Beziehung steht. Es fehlen auch nicht kurze Papillen mit den „becherförmigen Organen."


Fig. 201.



Ende eines Kiemenfadens von einem Embryo des Spinax.
a die Blutgefässschlinge, b der Achsenstrang, c das Epithel.

Man liest noch in neueren Werken, z. B. im System der Morphologie von *V. Carus*, dass die Schleimhaut der Kiemenhöhle „zahlreiche traubige Schleimdrüsen" besitze, was ein Irrthum ist; mir wurde bis jetzt kein Fisch bekannt, dessen die Mund-, Rachen- und Kiemenspalten auskleidende Haut mit dergleichen Drüsen ausgestattet wäre.

Durch einen Schreibfehler steht in dem soeben erschienenen ausgezeichneten Werk *Schlossberger's* „die Chemie der Gewebe", in welchem die vergleichende Histologie zum erstenmale von Seite eines Chemikers alle Berücksichtigung erfährt, dass „die Kiemenbögen der Fische und Froschlarven" zu den „Horngebilden" gehören (S. 273). Zur Bildung der Kiemenbögen tragen viele Gewebe bei: Bindegewebe, Knorpel, Knochen, Muskeln, Nerven und Epithel.

Fünfunddreissigster Abschnitt.

Von den Respirationsorganen der Wirbellosen.

§. 350.

Die wirbellosen Thiere athmen entweder unmittelbar die Luft und das geschieht durch Lungen, oder sie athmen die an's Wasser gebundene Luft mit Hilfe der Kiemen. Andererseits kann aber

auch der Athmungsprozess dadurch unterhalten werden, dass Luft oder Wasser das Innere des Körpers durchströmt, welcher Hergang in dem einen Falle die Anwesenheit eines luftführenden oder Tracheensystemes und in dem anderen Falle das Dasein eines Wassergefässsystemes bedingt. Vielen niederen Thierformen gehen auch gesonderte Athmungswerkzeuge vollständig ab und man muss zur Aufstellung einer Hautrespiration seine Zuflucht nehmen.

§. 351.

Lungen.

Die Lungen kommen nicht sehr verbreitet vor, und nur eine Anzahl von Schnecken, die s. g. *Pulmonaten*, haben solche Organe. Es sind mehr oder minder geräumige Höhlen, gewissermaassen Einsackungen der äusseren Haut und mit letzterer auch durch eine Oeffnung in unmittelbarem Zusammenhang. Sie besitzen desshalb auch dieselbe histologische Zusammensetzung, wie die äusseren Bedeckungen und weichen nur durch ihren Gefässreichthum von der äusseren Haut ab. Bindesubstanz bildet das Grundgewebe der Lunge und zugleich die eigentliche Haut der in der Wand der Lungenhöhle verlaufenden Gefässe, dazu kommen reichliche Muskeln, welche besonders die stärkeren Gefässe belegen und den Grund liefern, warum die Gefässe für das freie Auge selbständiger sich vom Boden der Lungenhöhle abheben, als es der mikroskopischen Untersuchung gelingen will, die histologische Individualisirung der Gefässe nachzuweisen. Auch um das Athemloch herum häufen sich die Muskeln sphinkterartig an. Wo die äussere Haut, wie bei den Wasserpulmonaten, durchweg flimmert, wird auch die Lungenhöhle von dem gleichen Epithel ausgekleidet, und sie hat nach mehren Autoren flimmerlose Zellen, wenn die Bewimperung der Cutis nur auf die Fläche und Seitenränder der Sohle beschränkt bleibt, wie letzteres bei den Landgasteropoden (*Helix, Arion, Bulimus* z. B.) der Fall ist. Eigentlich aber habe ich sowohl früher wie jetzt bei den genannten Schnecken an der Decke wie am Boden der Lungenhöhle gar kein Epithel gesehen, sondern die bindegewebige Wand der cavernösen Bluträume zeigte sich ohne zelligen Ueberzug der Luft ausgesetzt. Obschon ich weitere Nachprüfungen für nothwendig halte, so sei doch darauf hingedeutet, dass auch die athmende Darmfläche von *Cobitis fossilis* denselben Mangel darbot und dass endlich das Epithel der Lungenbläschen des Menschen gegenwärtig in Frage gestellt ist.

§. 352.

Kiemen.

Die Kiemen der Echinodermen, Annulaten, Mollusken und Krebse tragen durchweg, so mannichfach auch die äussere Gestalt abändern mag, den Charakter von Fortsetzungen der äusseren Haut und darnach richtet sich ihr feinerer Bau. Das Gerüste der Kiemen ist Bindesubstanz, welche, wenn deutliche Gefässe im Thiere vor-

handen sind, wie bei Cephalopoden und Ringelwürmern, die respirirenden Gefässe hält oder bei Mangel individualisirter Gefässe nur von lakunalen Bluträumen durchbrochen ist. Da bei den Krebsen die äussere Haut chitinisirt, so theilt auch das Kiemengestell diese Eigenschaft*); selbst in den blattförmigen Kiemen der Muscheln, wo das Bindegewebe meist weich geblieben ist, treten doch chitinisirte Stützen auf, die ein zierliches Gitterwerk bilden, oder es finden sich auch knorpelige Stäbe, wie ich dergleichen bereits oben (s. inneres Skelet) von den Kiemen der *Amphicora* und *Serpula* erwähnt habe und welche auch nach *V. Carus* in den Kiemen der Cephalopoden vorkommen. — Die Wandungen der Kiemen bei Echinoiden bergen, in Uebereinstimmung mit der äusseren Haut, ein weitmaschiges, gitterartiges Kalkskelet.

§. 353.

Mit Ausnahme der starren Kiemen der Krebse sind sonst die der anderen wirbellosen Thiere durch Muskeln contractil. Ferner liegt, im Einklang mit der Struktur der äusseren Haut, dem Bindegewebsgerüst der Kiemen bei den Mollusken ein Epithel auf, welches bei den Cephalopoden nicht wimpert, bei den übrigen Weichthieren indessen sehr allgemein Flimmerhaare hat. Im Hinblick auf die Cilien darf bemerkt werden, dass bei den Muscheln die Wimpern der Kiemen vielleicht nirgends von einerlei Art sind, gewöhnlich sehen wir feine und dicke, borstenartige in bestimmter Vertheilung (Najaden, *Cyclas, Venus* u. a., bei *Cyclas* scheint von den dicken Flimmerhaaren immer nur Eines auf einer Zelle zu sitzen); mannichfaltiger noch ist die Bewimperung bei den Muscheln mit kammförmigen Kiemen;

---

*) Das Innere der Kiemenfäden ist mir indessen bei unserem Flusskrebs noch nicht ganz klar geworden. Man gewahrt, dass eine Art zarter Scheidewand den Innenraum in zwei Gänge theilt, von denen der eine wohl der arteriellen, der andere der venösen Strömung dient; dann machen sich aber ferner birnförmige Zellen bemerklich, die in Abständen stehen, das stielförmige Ende gegen die Cuticula gekehrt, wo sich alsdann an letzterer immer ein seichter Eindruck befindet. Im angeschwollenen Theil der Zelle liegt ein deutlicher runder Kern. Diese birnförmigen Zellen scheinen mir, indem sie das Lumen der erwähnten Blutbahnen durchsetzen, die Gefässräume selber in gewissem Sinne cavernös zu machen, denn die „Capillaren der Kiemen", von denen man liest, existiren nicht; schärfer sieht man die Gefässlücken in den Blättern der Kieferfüsse, welche zugleich die Erneuerung des Wassers befördern. Hier spannen sich zwischen den beiden Lamellen des Kiemenblattes einfache oder verästelte Balken durch, welche dem Blutraum eine areoläre Beschaffenheit geben. Die Balken sind Fortsetzungen der weichen nicht chitinisirten Hautlage und zeigen Kerne in einer streifigen Grundsubstanz. Sieht man die verästelten Balken im scheinbaren Querschnitt, so haben sie ein eigenthümliches strahliges Aussehen, worüber sich aber bald durch wechselnde Fokaleinstellung und Vergleichen der im Profil sich darbietenden Balken das Verständniss aufthut.

nehmen wir als Beispiel *Lithodomus lithophagus*, so besitzt jeder Faden drei Reihen der bekannten starken Wimpern, die mit deutlich hackenförmiger Bewegung arbeiten; aus dem freien, abgerundeten Ende des Kiemenfadens ragen aus diesen Wimpern einzelne Cilienbüschel hervor, welche noch einmal so lang, als die ersten sind. Hinwiederum besetzen sich die eigenthümlichen Polster der Kiemenfäden mit äusserst feinen Flimmerhärchen, und endlich auf der Rückseite der Kiemenfäden stehen vereinzelte, langsam schlagende Wimpern von kolossaler Grösse, welche die in drei Reihen gestellten der Vorderfläche um das 6—7fache an Länge übertreffen. — Die Athemröhren der *Cyclas* scheinen nicht überall zu flimmern; der *Sipho* der *Venus decussata* wimpert weder aussen noch innen und die pigmentirten Cylinderzellen sind von einer Cuticula überzogen. Von der äusseren Wand der Siphonalröhren von *Pholas* meldet auch *Hancock*, dass sie nicht flimmern.

Die Kiemen der Seeigel haben ebenfalls ein Flimmerepithel; bei den Ringelwürmern *(Capitibranchiaten)* mögen wohl ähnliche undulirende Hautsäume, wie ich sie an *Amphicora mediterranea* beobachtet habe, öfters die Stelle der Wimperhärchen vertreten.

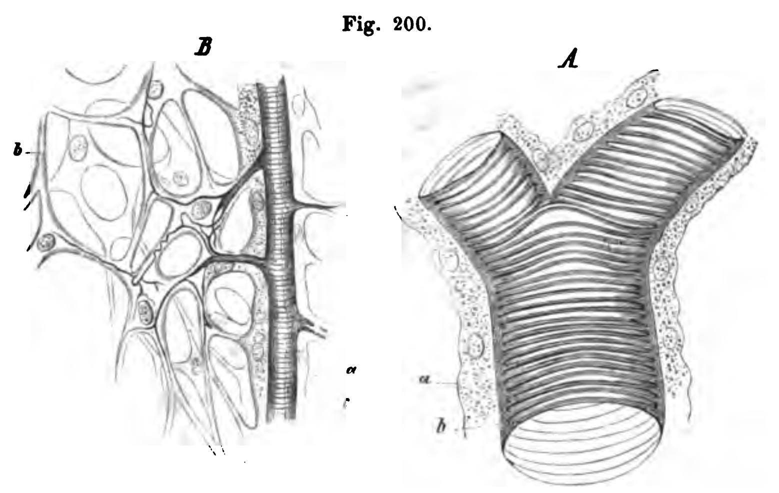
§. 354.

Der Athmung mittels Tracheen begegnen wir bei Arachniden, Insekten und unter den Krebsen bei den Myriapoden. Die Tracheen sind ihrer Form nach cylindrische oder platte Röhren, die meist in vielfacher Verzweigung, oder auch ohne sich gerade viel zu verästeln, theils in die Organe eintreten, theils sie nur umspinnen. Auch die s. g. Lungen der Spinnen stellen nichts anderes, als plattgedrückte, fächerförmige Tracheen vor. Der Bau zeigt folgende Modifikationen.

Tracheen der Insekten.

Die gang und gäbe Beschreibung, wonach die Tracheen der Insekten aus einem Peritonealüberzug und aus einer inneren Schleimhaut bestehen sollen, zwischen welchen Häuten ein Spiralfaden sich hinwinde, kann nicht gutgeheissen werden. Anlangend die „Peritonealhülle“, so ist sie eine bindegewebige, helle und gewöhnlich farblose Haut, die durch das Verwachsen von denselben Zellen entstand, welche den Fettkörper bilden und mit dem sie auch in innigem Zusammenhang bleiben. Die Kerne der Zellen erhalten sich fortwährend in dieser Hülle. Mitunter liegen gefärbte Kügelchen in der Haut, gelbe z. B. bei *Locusta viridissima*, die, wenn grösser geworden, gelbe Fetttropfen darstellen; bei der Raupe von *Sphinx ocellata* erscheint besagte Haut grünlich pigmentirt, dunkelviolett bis in die feineren Verästelungen bei *Agrion puella*, dunkelbraun in manchen Larven von *Ephemera* etc. Mitunter liegt diese Haut der nächstfolgenden so enge an, dass sie fast nur an ihren Kernen sichtbar ist, so z. B. an den stärkeren Tracheen von *Sphinx pinastri*. — Die

Fig. 200.



A Stück von einer starken Trachee.
a sog. Peritonealüberzug, b die Intima mit den reifartigen Verdickungen. (Spiralfaden.)
B Zeigt das Verhältniss, in welchem die Tracheen zum Bindegewebe stehen.
a Peritonealhülle, b interstitielles Bindegewebe, c die Intima der Trachee.

Membran, welche den Tracheen das spezifische Aussehen verleiht, ist eine homogene Chitinhaut, das Lumen unmittelbar begrenzend, und welche auch den s. g. Spiralfaden erzeugt. Es ist übrigens ganz irrthümlich, sich den letzteren als ein selbständiges Gebilde vorzustellen, da er nur eine nach innen vorspringende Verdickung der homogenen Chitinhaut ist, er liegt daher auch keineswegs „zwischen der äusseren und inneren Haut“, sondern ist innere Haut selber. Von einer inneren Schleimhaut, die aus Pflasterepithel bestehen soll, habe ich nirgends eine Spur wahrgenommen, und wenn selbst der erfahrene Zergliederer der Insekten *Stein* (Vergleichend. Anat. u. Phys. d. Ins. S. 105 Anmerk.) von einer „Epithelialhaut der Tracheen“ spricht, auf der „Stachelborsten“ vorkommen können, so bemerke ich dazu, dass die vermeintliche Epithelialhaut lediglich die homogene Chitinhaut ist und die „Stachelborsten“ so gut, wie der „Spiralfaden“ nur Auswüchse dieser Haut nach innen sind, wie ich wenigstens an den grösseren Tracheen von *Lampyris splendidula* gewahre, wo vielleicht die Borsten es gewesen sind, welche *Peters* auf die Annahme einer Flimmerbewegung in den Tracheen des Leuchtkäfers geführt haben.

Beim Durchmustern der Tracheen verschiedener Insekten gewinnt man die Belehrung, dass ausser der eigentlichen spiralen Verdickung nach innen und den Stacheln, die Chitinhaut auch noch da und dort andere, wenn man so sagen darf, sekundäre Vorsprünge bildet. In dieser Weise beobachtet man an den starken Tracheen von *Procrustes coriaceus* in dem Raume zwischen den Spiraltouren noch kleine,

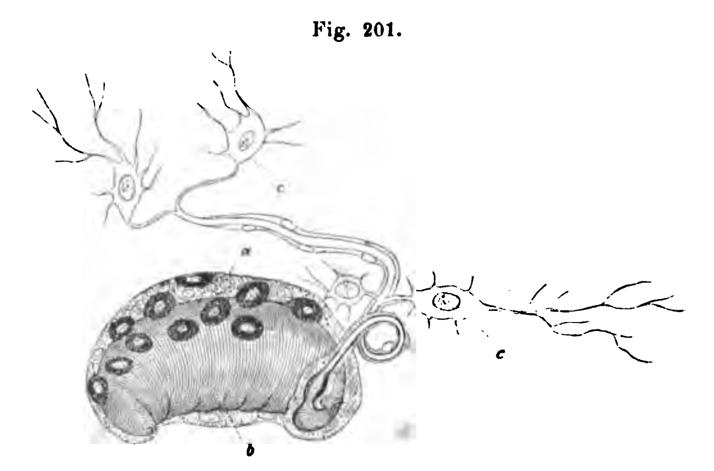
zahlreiche, die Spiralringe in Winkel schneidende Vorsprünge. In den blasigen Erweiterungen der Tracheen, denen Manche einen Spiralfaden absprachen, während Andere richtiger auch hier einen modifizirten Spiralfaden zugestanden, haben die Hauptverdickungen der Chitinhaut meist einen unregelmässig zickzackigen Verlauf, aber zwischen ihnen können abermals so zahlreiche kleinere Septen entstehen, dass die Innenfläche der Blase ganz gitterartig wird, wie ich es z. B. an den Tracheenblasen von *Scarabaeus stercorarius* finde. An den Tracheenerweiterungen im Kopf der Biene und anderer Hymenopteren erzeugen die Vorsprünge ein derartig kleinmaschiges Netz nach innen, dass die Vertheilung der Luft innerhalb dieser Tracheenblasen lebhaft an die gleich zu schildernden bandartig-platten Tracheen und s. g. Lungen der Arachniden erinnert. Die spirale Verdickung erscheint selten pigmentirt, so z. B. dunkelbraun bei der Larve von *Dytiscus marginalis*, wo die Hauptstämme desshalb schon für das freie Auge ein schwärzliches Aussehen haben.

§. 355.

Endigung.

Die **Endigung** der Tracheen in und an den Organen erfolgt auf ähnliche Weise, wie die Blutgefässe der Wirbelthiere an der Peripherie sich verhalten. Regel ist nämlich die, dass die verschiedenen, zu einem Organ herangetretenen Tracheen nach feiner und feinster Vertheilung sich zu einem Netz — den Capillaren entsprechend — verbinden. Man vermag sich hiervon z. B. am Darmkanal von *Eristalis tenax* ein gutes Bild vorzuführen. An der Larve der *Corethra plumicornis* sah ich, wie die Umhüllungsmembran der Tracheen, nach-

Fig. 201.



Tracheenblase und Endigung der Tracheen von Corethra plumicornis. a äussere Hülle mit dem Pigment, b innere Haut mit dem Spiralfaden, c die verästelten Zellen, welche das eigentliche Ende der Tracheenverzweigung bilden.

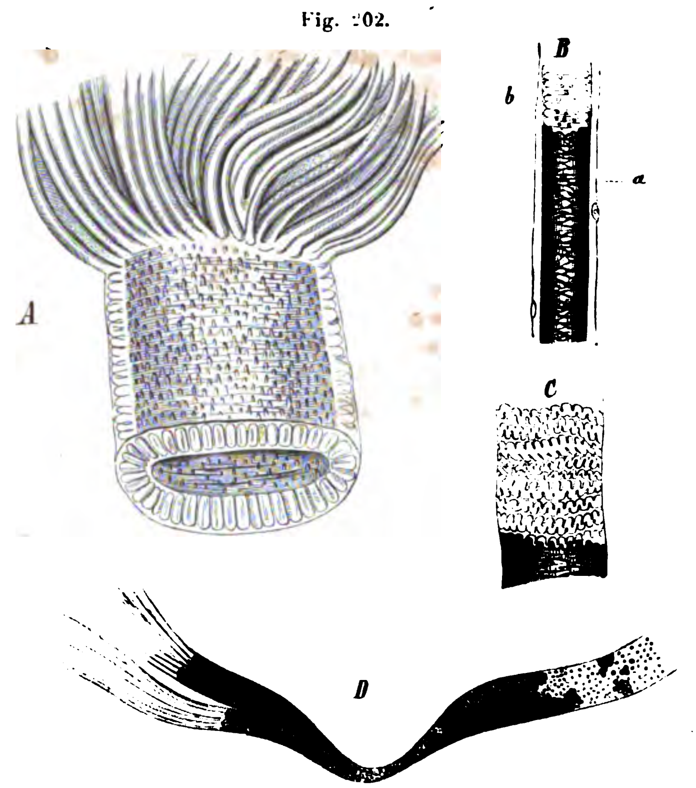
dem in der Endverbreitung die innere, scharfconturirte Haut zurückgeblieben ist, mit stark verzweigten Zellen in Verbindung stand, deren Strahlen demnach die eigentlichen Enden der Tracheen vorstellten. Die Bildung erinnert sehr an die Blutcapillaren im Schwanze der Froschlarven. Von Interesse sind auch die Kiemenblätter im Mastdarm von Libellenlarven; hier steigen die feinen Tracheen zum Rande der Blätter auf und, indem sie mit leichten Schlängelungen nebeneinander in dichter Folge verlaufen, sich verästeln und am Ende Schlingen bilden, erinnert das Bild sehr und namentlich die Art, wie die Endschlingen entstehen, an die Kanälchen im Zahnbein der Säuger. In selteneren Fällen endigen gewisse Ausläufer der Tracheen für sich blind, so z. B. in auffälliger Art die Röhren, welche bei *Syrphus* zwischen den Nervenstäben des Auges liegen.

§. 356.

Tracheen der Arachniden.

Die Luftröhren der *Acarinen*, z. B. von *Ixodes*, stimmen im Bau mit denen der Insekten überein. Nicht so die der eigentlichen Spinnen, welche vielmehr Eigenthümlichkeiten zeigen. Es wird behauptet, die Tracheen der Spinnen seien „spiralfaserlos“; wenn man jedoch die grösseren Tracheenschläuche, welche hinter den s. g. Lungensäcken entspringen, z. B. von *Segestria*, betrachtet, so wird man eine interessante Modifikation des „Spiralfadens“ entdecken, welche darin besteht, dass die Chitinmembran ringförmig vorspringende Leisten bildet und indem dazwischen abermals Plättchen sich erheben, so wird dadurch das Lumen der Tracheen etwas areolär und die Luft ist nicht als einzige Säule enthalten, sondern fein zertheilt. Dasselbe gewahrt man, doch in zarterer Ausführung, bei *Tetragnatha* und andererseits am schärfsten gezeichnet und desshalb auch am ehesten erkennbar bei *Argyroneta aquatica*, wo die reifartigen Vorsprünge und die Septen dazwischen tiefe *Recessus* für die Luft bilden. In den aus dem Ende der grossen Tracheenschläuche büschelförmig sich abzweigenden kleinen Tracheen erscheint die Chitinmembran nach innen glatt und damit die Luftsäule continuirlich. Wiederum sehr beachtenswerth sind jene platten Tracheen, welche aus einer Querspalte vor den Spinnwarzen ihren Ursprung nehmen. Auch bei ihnen ist das Lumen kein ununterbrochen gleichmässiges, sondern es erheben sich von der Chitinhaut in's Innere zahllose Vorsprünge, die nach dem Austreiben der Luft und, von der Fläche angesehen, als Körnchen erscheinen. Die Lichtung der Trachee wird auf solche Art in unzählige mit einander zusammenhängende Areolen zerfällt, was zur Folge hat, dass die Luft in diesen Tracheen ebenso fein zertheilt ist, wie in den „Lungenplatten“ der Arachniden, und der Mangel solcher Vorsprünge in den büschelförmigen Endzweigen verursacht im Gegentheil jene continuirliche Luftsäule, wie sie hier beobachtet wird.

Fig. 202.



A Tracheenstamm und sein büschelförmiges Zerfallen von der Wasserspinne (Argyroneta aquatica).

B Stück eines Tracheenstammes von Tetragnatha: a die helle, bindegewebige Hülle, b die Chitinhaut mit ihren Vorsprüngen nach innen. So weit die schwarze Schattirung reicht, ist noch die Luft zugegen, der helle Theil ist luftleer.

C Stück eines Tracheenstammes von Segestria, um die eigenthümlichen Conturen zu zeigen, welche durch die Vorsprünge der Chitinhaut nach innen gebildet werden. Bezüglich der hellen und dunklen Partie gilt die Bemerkung von vorhin.

D Stück einer Trachee von Lycosa saccata, dunkel, wo noch lufthaltig, hell, wo luftleer. (Starke Vergr.)

§. 357.

„Lungen“ der Spinnen.

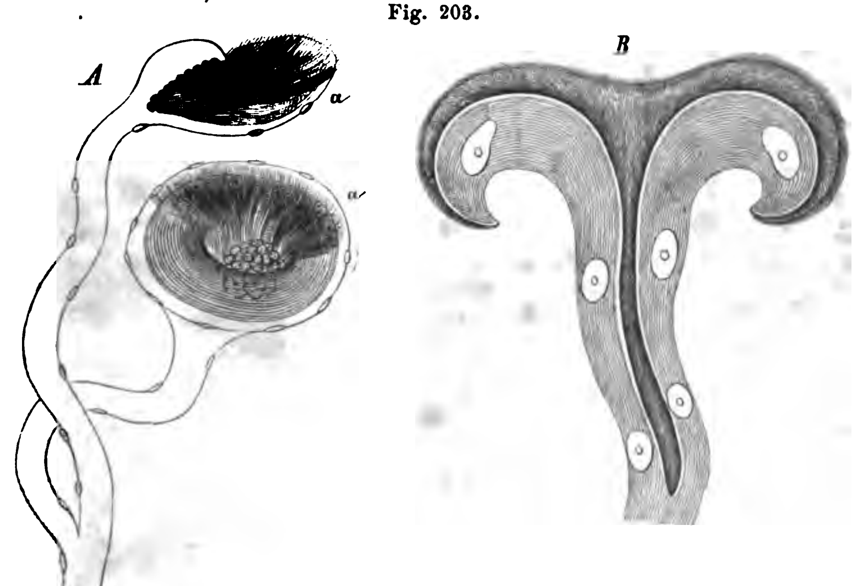
Was die s. g. Lungen der Spinnen betrifft, so hat bereits *Leuckart* mit aller Bestimmtheit ausgesprochen, dass diese Organe nichts anderes sind, als „modifizirte Tracheen.“ Ich sehe, dass der feinere Bau vollkommen der gleiche ist mit den zuletzt behandelten bandartig-platten Tracheen, und in den kleinen, punktförmigen Körnchen, welche nach *Leuckart* in die Chitinhaut eingelagert sind, erkenne ich dieselben Fortsetzungen der Chitinhaut in's Innere, welche man in den platten Tracheen erblickt und in denen schon der genannte Forscher mit Recht die ersten Andeutungen der „Spiralfaser“ vermuthet.

§. 358.

Sog. Wassergefäss-system.

Dem Tracheensystem oder luftathmenden Gefässsystem der Arthropoden stellt man herkömmlich ein wasserathmendes Gefässsystem der Synapten, Trematoden, Turbellarien, Annulaten und Rotatorien gegenüber. Nehmen wir auf die Morphologie dieses Systemes im Allgemeinen Rücksicht, so besteht es aus Röhren, die häufig vielfach verzweigt sind, oder auch vielfach gewunden, bei Hirudineen kommt selbst (nach *Gegenbaur*) durch die Communikation der nebeneinander laufenden Kanäle eine labyrinthförmige Bildung zu Stande; die Röhren münden constant nach aussen und öffnen sich vielleicht bei allen den Thieren, welche eine deutliche Leibeshöhle haben (Synapten, Annulaten, Rotatorien), frei in letztere. Die inneren Mündungen der Kanäle sind häufig erweitert und haben eigene Formen, trichterartige bei den Lumbricinen, wie Arabesken oder Rosetten bei Hirudineen, pantoffelförmig bei den Synapten, ähnlich den Trompeten bei manchen Rotatorien etc. Bei den Thieren ohne gesondertes Leibescavum (Turbellarien) gehen die Kanalverästelungen bis zu unmessbarer Feinheit aus, so dass sich über die innere Endigung nichts sagen lässt. Häufig erscheint auch der Endtheil, welcher nach aussen führt, schlauch- oder blasenartig erweitert (Trematoden, manche Hirudineen und Lumbricinen, Räderthiere).

Fig. 203.



A Die freie Endigung eines Kanals vom Wassergefässsysteme in die Leibeshöhle von Synapta digitata.
a die wimpernden füllhornartigen Erweiterungen.
B Endigung eines Wassergefässes in die Leibeshöhle von Clepsine complanata. (Starke Vergr.)

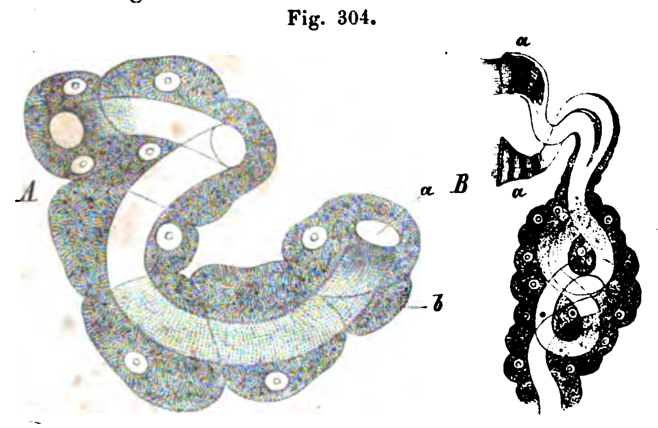
§. 359.

Der feinere Bau des Apparates ist folgender. Eine helle Haut (*Tunica propria*) bildet wie bei anderen Organen das Gestell des Kanalsystemes. Sie ist entweder ganz homogen oder hat auch (bei *Synapta digitata* z. B.) Kernrudimente. An der inneren Fläche kann sie Wimperorgane tragen, bald in Form einzelner, abstandsweise angebrachter Flimmerläppchen, so bei Turbellarien, Trematoden, Cestoden (bei letzteren zuerst von *Virchow* an *Echinococcus*, dann von *Wagener* gesehen), sie gehören nach *Wagener* nur den peripherischen Verzweigungen der Gefässe an, bald ist ein ziemlich ausgedehnter Wimperbesatz zugegen, wie man es bei Lumbricinen und *Branchiobdella* beobachtet. Wenn auch sonst im Kanal die Flimmerung mangelt, so ist sie doch meist an den erweiterten Enden und Ausläufern, wodurch die Wassergefässe mit der Leibeshöhle zusammenhängen, vorhanden (bei den eigentlichen Blutegeln, *Hirudo*, *Aulocostoma* etc., sind diese flimmernden Oeffnungen noch nicht gesehen worden). An diesen, wie vorhin bemerkt, eigenthümlich geformten Mündungsstellen sind die Cilien ganz besonders entwickelt, so am trichterförmigen Ende der *Lumbricinen*, dem arabeskenförmigen von *Clepsine*, dem rosettenförmigen von *Nephelis*, der pantoffelartigen der *Synapta*, den s. g. Zitterorganen der Räderthiere. Für die Deutung der in Rede stehenden Organe ist es nicht unwichtig zu wissen, dass bei allen genannten Thieren die Richtung der Flimmerbewegung von innen nach aussen geht.

Die Strecken des Wasserkanales, welche bloss aus der homogenen Haut und noch höchstens dem zarten Wimperepithel bestehen, erscheinen dünnwandig und glashell. Sehr häufig indessen nimmt der Abschnitt des Kanales, welcher sich der Ausmündung an der Körperoberfläche nähert, eine andere Beschaffenheit an, indem seine Wände beträchtlich dick werden und ein drüsiges Aussehen gewinnen (Regenwurm z. B.). Die Dickenzunahme kommt auf Rechnung von grossen Zellen, welche das Lumen begrenzen, so dass demnach die Membran der Zellen die Wand des Kanales formt. Die Zellen besitzen einen feinkörnigen Inhalt, sind bei auffallendem Licht gelbröthlich oder bräunlich, bei durchfallendem dunkel, und es sitzen ihnen beim Regenwurm lange Cilien auf. Bei vielen Räderthieren sind die Wände der Röhren oft in grosser Ausdehnung von solchen Zellen gebildet, die ausser dem feingranulären Inhalt hin und wieder auch Fettpünktchen enthalten. Dass diese Zellen als Sekretionsorgane aufzufassen sind, dafür spricht, dass bei *Tubifex rivulorum* ein Büschel wirklicher einzelliger Drüsen hier dem Kanal aufsitzt. Zu den genannten Geweben können noch Muskeln hinzukommen, und zwar zumeist an dem blasen- oder schlauchartig erweiterten Endabschnitt, bei Nephelis, dem Regenwurm, den Räderthieren, wahrscheinlich auch den Cestoden, wo sich ebenfalls eine contractile Blase findet (die Tur-

bellarien sind ohne diese Blase). Bei *Saenuris* (wie *Gegenbaur* mittheilt) äussern auch die Knäuel der Kanäle ein sehr lebhaftes Contractionsvermögen.

Fig. 304.



A Stück eines Wasserkanales von Haemopis.
a das Lumen, b die Zellen, welche dasselbe umgeben.
B Knäuel eines Wasserkanales von Notommata centrura.
a die flimmernden freien Endigungen in die Leibeshöhle.

§. 360.

In neuerer Zeit ist uns durch die Untersuchungen von *H. Meckel, van Beneden* und *Aubert* die interessante Aufklärung geworden, dass bei den Trematoden die s. g. Respirations- oder Wasserkanäle, d. h. jene wasserhellen, starren, mit Wimperläppchen versehenen und verzweigten Gefässe, und die s. g. Excretionsorgane, d. h. jene mit Fetttröpfchen oder Kalkkörperchen angefüllten, contractilen Schläuche, hinten mit einer Oeffnung ausmündend, in direkter Verbindung stehen und als Ein System zu betrachten sind. Man darf in dieser Vereinfachung einen wahren Fortschritt unserer morphologischen Auffassungen erblicken, denn es ist doch gar nicht abzulehnen, dass in dem vorderen wasserhellen Abschnitt, den bisherigen Wassergefässen, das Analogon der wasserhellen Kanäle der Ringelwürmer vorliegt, während in dem unteren, sich nach aussen öffnenden Abschnitt, der häufig ganz mit Absonderungsprodukten angefüllt ist und bisher als Excretionsorgan galt, das Aequivalent des drüsigen Theiles der Annulaten sich kund giebt.

Auch die inneren „baumförmigen Kiemen“ der Holothurien, welche ein Flimmerepithel haben und contractil sind, mögen als Analoga der vorhergegangenen Kanalsysteme betrachtet werden, obwohl hierüber erst genauere Untersuchungen abzuwarten sind. (Doch kann ich nicht umhin, schon jetzt die Vermuthung zu äussern, dass „der Lungenbaum“ der Holothurien den s. g. Respirationskanälen ent-

sprechen mag, während jene „eigenthümlichen drüsigen Anhänge am Stamm des Lungenbaumes", welche *Cuvier* zuerst gesehen, aber irrthümlich den männlichen Geschlechtstheilen verglichen hat, dem „Excretionsorgan", resp. Nieren, gleich zu halten wären. *Joh. Müller* hat die fraglichen drüsigen Schläuche nach ihren verschiedenen Formen näher bestimmt [üb. d. Bau der Echinodermen S. 87], ohne seine Meinung über ihre Funktion kundzugeben, er nennt sie Cuvier'sche Organe. *Jäger* hatte sie schon 1833 den Nieren parallel gestellt.)

§. 361.

Das beschriebene Kanalsystem kann aber gewiss nicht in ausschliesslichem Sinne ein respiratorisches genannt werden; spricht doch schon die constant von innen nach aussen gewendete Flimmerrichtung gegen die Ansicht, dass Wasser von aussen nach innen eingeführt werden soll, vielmehr weist Manches darauf hin, dass die ganze Vorrichtung dazu da sei, um Flüssigkeit aus der Leibeshöhle oder dem Körperparenchym nach aussen treten zu lassen. Bringt man nun in Berücksichtigung, dass die Wände des Kanalsystemes ganz oder eine Strecke lang aus grossen secernirenden Zellen besteht, auch wohl (bei Trematoden) der Endabschnitt mit festen Ausscheidungssubstanzen angefüllt sein kann, so wird man die sekretorische Thätigkeit der betreffenden Organe als ihre vornehmste Leistung ansprechen dürfen, und forscht man weiter nach der Natur des Sekretes, so machen es gar manche Erscheinungen wahrscheinlich, dass man es hier mit einer Harnabsonderung zu thun habe.

Mir däucht, als ob der eigentliche Respirationsakt bei den genannten Thiergruppen darin zu suchen sei, dass durch feine (Poren-) Kanäle der Haut Wasser von aussen nach innen dringt und sich der Blutflüssigkeit beimischt. (Die Aufnahme von Wasser in's Innere des Körpers haben schon in früherer Zeit *Delle Chiaje* von *Halyotis, Buccinum, Nerita*, *v. Bär* an *Unio* und *Anodonta* gezeigt.) Bei den obigen Thieren sind zwar die Hautkanäle noch nicht nachgewiesen oder aufgesucht worden, aber bei einer Muschel *(Cyclas cornea)* habe ich sie mit aller Klarheit gesehen. Und so möchte ich bezüglich des Wassereinströmens und dem Wiederabscheiden des untauglich Gewordenen eine Uebereinstimmung zwischen Würmern und Mollusken in der Art vermuthen, dass bei den Würmern durch die Porenkanäle der Haut das Wasser in's Leibesparenchym einsickert und durch die als Harnorgane gedeuteten Röhren wieder den Körper verlässt, und dass ebenso bei den Mollusken das durch die Haut eingetretene Wasser, nachdem es sich dem Blute zugemengt und den Körper durchkreist hat, abermals durch die hier lebhaft contractile Niere sich entleert. Dieser Theorie steht aber bezüglich der Mollusken vorläufig eine Wahrnehmung *Gegenbaur's* im Wege, nach welcher bei den Pteropoden und Heteropoden das Wasser umgekehrt durch wirk-

liche Schluckbewegungen der Niere von aussen nach innen aufgenommen wird. Bestätigt sich solches, so nimmt, was *a priori* freilich etwas seltsam klingt, bei den Mollusken das den Leib durchströmende Wasser gerade den umgekehrten Weg, wie bei den Würmern. Hier tritt es durch die Porenkanäle der Haut ein und verlässt unter Abscheidung des Harns den Körper, dort dringt es durch die Nieren ein und strömt durch die Porenkanäle aus. Jedenfalls fordert der hier dargelegte Standpunkt dieser Frage zu Untersuchungen auf, die speziell darauf ausgingen, um die Sache zum Abschluss zu bringen.

§. 362.

In die Klasse des eben abgehandelten Systemes scheinen mir auch die s. g. contractilen Blasen der Infusorien zu gehören. *O. Schmidt* hat zuerst diese Ansicht aufgestellt und vertheidigt sie jetzt noch: nach ihm mündet bei *Bursaria leucas* und *Paramaecium aurelia* die Blase nach aussen. Von dem contractilen Organ weg erstrecken sich zahlreiche Ausstrahlungen. An *Vorticellinen* glaube ich ebenfalls gesehen zu haben, dass die Blase nach aussen führt, und zwar in die Vertiefung, in welcher Mund und After liegt. Ich möchte ebenso, wie *O. Schmidt* auf die Aehnlichkeit dieser Organe der Infusorien mit dem s. g. Wassergefässsystem der Rotatorien, Turbellarien etc. Gewicht legen, und da, wie vorhin erläutert wurde, dieses s. g. Wassergefässsystem mehr der Excretion dient, so wäre ich geneigt, auch der contractilen Blase der Infusorien eine verwandte Funktion zuzuschreiben. Zwar sind genaue Forscher, *Clarapède, Lachmann, Lieberkühn*, sehr entschieden dafür, dass die fraglichen Organe der Infusorien ein Blutgefässsystem und die contractilen Blasen herzartige Theile seien (auch *Pouchet* hatte schon früher dieselbe Meinung ausgesprochen), allein wenn wir zunächst von der Frage absehen wollen, ob die Blasen nach aussen münden oder nicht, dürfte doch nicht ausser Acht zu lassen sein, dass in der Reihe der niederen Thiere eher ein Organ vorhanden sich zeigt, welches der Excretion vorsteht, als ein Blutgefässsystem und Herzen, in welcher Beziehung man z. B. der Strudelwürmer, Trematoden und Cestoden gedenken möge. Die detaillirten Mittheilungen übrigens, welche z. B. *Lieberkühn* (Müll. Arch. 1856) über dieses „Gefässsystem“ von *Bursaria flava* und *B. vorticella* giebt, stimmen so mit den Erscheinungen am Excretionsorgan der Rotatorien überein, dass sie, anstatt die Richtigkeit der Deutung als Gefässsystem zu sichern, meine gegentheilige Meinung mir noch wahrscheinlicher machen, namentlich, was er über den feineren Bau der Kanäle von *Bursaria flava* sagt und über die Weise der Füllung und Entleerung der Kanäle und der Blase von *Bursaria vorticella*.

Ueberhaupt: unsere Darstellungen über die Respirationsorgane der Wirbellosen enthalten noch manch Traditionelles, was wohl mit

der Zeit getilgt werden muss. Die s. g. Kiemen der Gasteropoden und Bivalven z. B. scheinen mir eine untergeordnete Bedeutung für die Respiration zu haben, die äussere Haut ist wahrscheinlich bei diesen Thieren von demselben Belang für die Athmung, wie die Kiemen. Was ich an jungen Thieren von *Cyclas* über den Kreislauf beobachtete, vermehrt meine Zweifel. Es ist mir nämlich nie gelungen, obwohl ich wiederholt an vielen Individuen meine Aufmerksamkeit hierauf lenkte, Blutkügelchen in die „Kiemen“ eintreten zu sehen, was doch und sogar in reichem Maass geschehen müsste, wenn hier das Blut vorzugsweise athmete. Während im übrigen Körper und auch im Mantel die Blutkügelchen herumgetrieben wurden, war ich nie so glücklich, irgend einmal ein Blutkügelchen in den betreffenden Organen zu erblicken. Es darf auch wohl daran erinnert werden, dass einer der ausgezeichnetsten Zootomen, *Bojanus*, schon vor langer Zeit bei den Najaden die Bedeutung der „Kiemen“ als Respirationswerkzeuge in Abrede gestellt hat. Bei manchen Mollusken fehlen sogar die Kiemen, so z. B. bei *Cleodora* und *Creseis* nach *Gegenbaur*.

Nicht bloss die äussere Haut, sondern auch die Darminnenfläche scheint sich bei Mollusken an der Respiration zu betheiligen, wie man wenigstens gewisse Beobachtungen *Gegenbaur's* auslegen könnte. Dieser Forscher sah nicht nur bei allen Pteropoden und Heteropoden, sondern auch bei vielen Gasteropoden aus der Ordnung der Nudibranchiaten, dass die Flimmerströmung im Darm vom After gegen den Magen zurückgeht; dazu kommt, dass der After häufig, oft sogar rhythmisch sich öffnet und schliesst, „welche Bewegungen mit Schluckversuchen die grösste Aehnlichkeit besitzen. An jede dieser Bewegungen schliesst sich eine peristaltische, deren Undulationen, je weiter gegen den Magen sie fortschreiten, um so schwächer werden. Das Oeffnen des *Anus* erfolgt ganz unabhängig von der Entleerung von Fäkalstoffen, und sehr oft sieht man auch die Analöffnung weit ausgedehnt. Hiebei, sowie bei dem rhythmischen Oeffnen des Afters strömt jedesmal eine Quantität Wasser in den Darm, welche theils durch die Cilien, theils durch die peristaltischen Bewegungen weiter fortgeleitet wird, so dass ein continuirlicher Wasserstrom die ganze Länge des Darms bis in die Nähe des Magens durchströmt.“ Es ist wohl kaum etwas Ungereimtes, wenn man diese „Darmbewässerung“ zunächst mit dem Respirationsvorgang in Zusammenhang bringt. Das Phänomen scheint übrigens bei Wasserthieren verbreiteter zu sein, denn auch *Lereboullet* beobachtete bei jungen Flusskrebsen, ferner bei *Limnadia* und *Daphnia* ein regelmässiges Oeffnen und Schliessen der Analklappen und sah im Wasser suspendirte Farbstoffpartikel regelmässig durch dieselben ein- und austreten. Bei *Astacus* zählte er 15—17, bei *Limnadia* 25, 30—40, bei *Daphnia* 40 solcher Aspirationen in der Minute. (Vergl. *Carus*, Jahresb. in d. Zootomie I. S. 22.)

Endlich ist schon lange auf die Darmathmung der Libellenlarven hingewiesen worden, wo die Kiemen mit dem Mastdarm in Verbindung stehen und das die Athmung vermittelnde Wasser durch Contractionen des Hinterleibes rhythmisch aus- und einströmt.

An den Kiemendeckeln verschiedener Onisciden fallen kreideweise Flecke auf, was von feinzertheilter Luft in ihnen herrührt. Die Luftgänge bilden ein ähnliches engmaschiges Netz, wie die Capillaren in den Lungen der Wirbelthiere; man kann die Luft leicht austreiben, worauf die Luftgefässe als polygonale helle Gänge in der Haut des Organes zurückbleiben. Auf der Unterseite glaube ich eine grössere Oeffnung zu sehen, die zum Einlassen der Luft dienen könnte.

Ueber die histologische Beschaffenheit der Kiemenblätter von *Asellus aquaticus* s. Müll. Arch. 1855 S. 458.

Die Epithelzellen an den Kiemen der *Paludina vivipara* sind nicht von einerlei Art, indem die einen sich durch besonderen Inhalt auszeichnen, siehe Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II.

Ueber den Bau der Tracheen der Insekten und Spinnen s. *Leydig* in Müll. Arch. 1855 S. 458; auch schon andere Forscher sind bezüglich des sogenannten Spiralfadens zu ähnlichen Resultaten gelangt wie ich. So sagt *H. Meyer* (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1849 S. 181), dass er die Ansicht gewonnen habe, der Spiralfaden sei nicht als solcher abgelagert, sondern stelle ursprünglich eine homogene Membran dar und diese spalte sich erst nach geschehenem Lufteintritt in den Spiralfaden. Die Unrichtigkeit der letzteren Angabe springt jedoch in die Augen, wenn man von starken Tracheen eines grossen Käfers (z. B. von *Procrustes coriaceus*) die sog. Intima ins Auge fasst. Man stelle dabei den Fokus auf den äusseren Rand der homogenen Chitinhaut ein und man wird wahrnehmen, dass sie keineswegs unterbrochen ist, was doch der Fall sein müsste, wenn sie, wie *Meyer* will, gewissermaassen reifartig zersprungen wäre, im Gegentheil ihre äussere Contur geht continuirlich fort und die innere erhebt sich in Abständen nach innen, d. h. springt spiralig vor. Auch *Leuckart*, der den Spiralfaden noch zwischen zwei Häuten eingeschlossen sein lässt, spricht doch aus, dass auch da, wo er anatomisch selbständig auftritt, er nur eine entwickelte (freilich sagt er „äussere") Schicht des Tracheenskelets darstelle. Endlich, wie ich nachträglich erfahre, hat auch schon *Dujardin* sich dahin erklärt, dass der Spiralfaden von der Innenhaut der Tracheen nicht zu trennen sei, „er ist nur das Resultat einer Verdickung derselben" (Compt. rend. T. 28, 1849). Auch führt *Dujardin* mehre Insekten auf, bei denen er Haare im Innern der Tracheen fand. Daneben hat freilich auch dieser Autor die irrige Angabe, dass die äussere Haut der Tracheen „homogene Sarcode" sei. — Gute Abbildungen über die *Stigmata* von *Musca vomitoria* und *Bombus terrestris* siehe bei *Bishop* in der Cycl. of anat. and phys. Vol. IV. Art. Voice.

Zu dem sog. Wassergefässsystem sei angemerkt, dass ich bei *Piscicola* in der Haut ungefähr auf halber Länge des Körpers, unter dem contractilen Blutgefäss, eine Oeffnung erblickte, die sich rhythmisch öffnet und schliesst, und vielleicht zu dem fraglichen System gehört. — Es wurden oben die sog. Wassergefässe und die Excretionsorgane der Trematoden u. a. als zusammengehörig betrachtet, obschon sich ein sehr genauer Beobachter, *M. Schultze*, lebhaft gegen eine solche Auffassung erklärt hat (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1853 S. 188). *Schultze* will die beiden Organe scharf geschieden haben, scheint mir aber diessmal im Unrecht zu zu sein, wie namentlich aus den Mittheilungen *Aubert's* hervorgeht. — Auf die excretorische Thätigkeit der sog. Wassergefässe dünken mir auch die Angaben *Schmarda's* über die Anatomie der *Bonellia* hinzuweisen. Bei diesem Thier

seien die den Holothurienkiemen entsprechenden Organe von brauner Farbe, wobei ich mir eben die Frage erlauben möchte, ob nicht die „Pigmentkörnchen“ Harnconcremente wären? Es liesse sich dann noch mehr rechtfertigen, wenn diese Organe hierher gestellt werden. — An der neuen riesengrossen Egelart aus Brasilien, die *de Filippi* unter dem Namsn *Haementeria* bekannt gemacht hat, beschreibt er vier paar ansehnliche Gefässknäuel, die Seitendrüsen vertretend, und deutet sie als Nieren, was dann mit der jetzigen Auffassung zusammenfiele.

Sechsunddreissigster Abschnitt.

Vom Gefässsystem des Menschen.

§. 363.

Zum Gefässsystem gehören die Blut- und Lymphgefässe, als deren Mittelpunkt das Herz zu betrachten ist. Besondere Anhangsgebilde des Gefässsystemes sind die Milz, die Thymus und die Lymphdrüsen.

§. 364.

Herz. Das Herz und die grossen Gefässstämme sind in ihrer ersten Anlage solide Zellenmassen des mittleren Keimblattes, die sich in der Art weiter umgestalten, dass die zu innerst gelegenen Zellen Blut- oder Lymphkügelchen werden, während die Rindenzellen die Wände bilden. Die Capillaren möchte ich für weiter entwickelte Bindegewebskörperchen halten und es scheint, als ob auch die feineren Arterien und Venen ihren nächsten Ursprung von denselben Bildungen nehmen.

Die Hauptmasse des Herzens ist quergestreifte Muskelsubstanz, deren Elemente sich von den Stammmuskeln durch folgende Punkte unterscheiden: 1) zeigen die s. g. Primitivbündel ein gewisses gekörneltes, dunkleres Aussehen und haben einen geringeren Breitendurchmesser, als die willkürlichen Muskeln; 2) die s. g. Primitivbündel theilen sich häufig und anastomosiren untereinander, und 3) das Bindegewebe, welches in den Stammmuskeln als *Perimysium internum* die Primitivbündel in Gruppen vereinigt und scheidet, ist hier im Herzen auf ein Minimum beschränkt, und selbst das Sarcolemma der Primitivbündel kann mitunter erst durch Reagentien sichtbar gemacht werden. Dieser fast gänzliche Mangel von Bindegewebe verleiht der Herzmuskulatur den bekannten hohen Grad von Festigkeit. Nur an der Aussen- und Innenfläche der Herzwandungen verdichtet sich das Bindegewebe zu Membranen, welche die descriptive Anatomie als viscerales Blatt des Herzbeutels und als *Endocardium* unterscheidet.

§. 365.

Die Grundlage des Pericardiums ist Bindegewebe mit elastischen Netzen uud auf der freien Seite ruht ein einfaches Plattenepithel. An den Rändern der Herzohren verlängert sich die *Serosa* in zottenartige Fortsätze *(Luschka)*. Auch das Endocardium oder die Haut, welche die innere Herzoberfläche überzieht, besteht aus Bindegewebe, dessen elastische Elemente nach der freien Fläche zu so zahlreich werden, dass sie fast eine eigene elastische Schicht erzeugen. Darüber liegt ein dünnes Epithel; die Klappen im Herzen sind aus Bindegewebe, elastischen Fasern und Epithel gebildet, erscheinen also auch histologisch nur als Verdickungen des *Endocardiums*.

Die Blutgefässe der Herzmuskulatur verästeln sich wie bei anderen quergestreiften Muskeln, indem sie mit länglichen, der Dicke der Primitivbündel entsprechenden Maschen letztere umspinnen. Im *Endocardium* halten sie sich meist nur innerhalb der eigentlichen Bindegewebslage, in die Atrioventrikularklappen treten die meisten Gefässe vom angewachsenen Rande aus in's Innere der Klappe, andere gelangen durch die *Chordae tendineae* dahin *(Luschka)*; die Semilunarklappen wurden bisher für gefässlos erklärt, indessen hat der eben genannte Autor (Arch. f. phys. Heilkunde 1856) gezeigt, dass beim Menschen und beim Schwein eine bedeutende Anzahl von Gefässchen von allen Punkten des angewachsenen Randes aus zwischen den beiden Klappenblättern unter vielfacher Verästigung und reichlicher Anastomosirung aufwärts steigen. Auch im *Pericardium* bildet das Gefässnetz, wie in anderen serösen Häuten, grosse, nicht dichte Maschen.

Bezüglich der Herznerven ist zu beachten, dass sie selbst mitten in der Muskulatur zu Ganglien anschwellen *(Remak)*.

§. 366.

Blutgefässe.

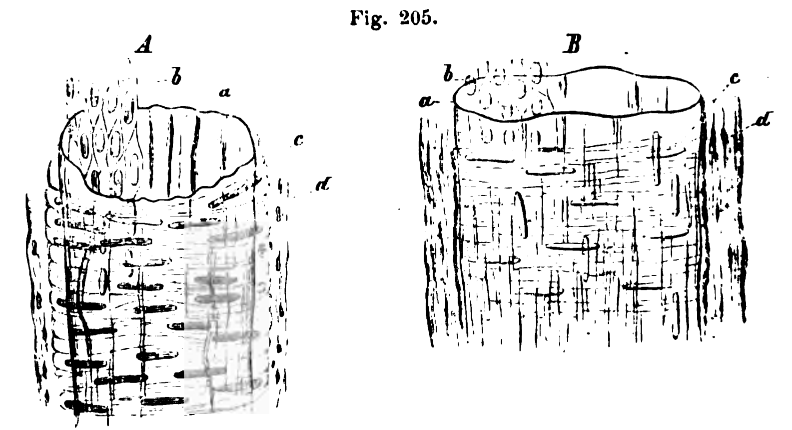
Die peripherischen Blutgefässe theilt man hergebrachter Weise ab in die Pulsadern oder Arterien, in die Blutadern oder Venen und in die Haargefässe oder Capillaren.

Das Grundgewebe der Blutgefässe ist die Bindesubstanz mit Einschluss des elastischen Gewebes, und es giebt einige Gefässformen, die einzig und allein daraus bestehen, wie z. B. die Blutbehälter *(Sinus venosi)* der harten Hirnhaut, die *Venae diploeticae*, die weiten blutführenden Kanäle der *Placenta materna* u. a.

Gewöhnlich aber sind in diese Gewebe Muskeln eingeflochten und die Gefässe werden dadurch contractil. Die innere Fläche hat (ob an allen Orten?) noch ein zartes Epithel. Es bilden nun die Gewebe, welche die Wandungen der Gefässe constituiren, mehre Schichten, welche seit alter Zeit als Innenhaut, als mittlere Haut und als äussere Haut unterschieden werden. Man ist zwar eine Zeitlang der Darstellung *Henle's* von sechs Häuten der Gefässwände gefolgt, aber jetzt wohl allgemein zu der natürlichen früheren Annahme dreier

Häute zurückgekehrt. Alle Beobachter haben ferner, was ebenfalls noch vorausbemerkt werden soll, die Erfahrung gemacht, dass die einzelnen Schichten der Gefässhäute nicht bloss an Gefässen verschiedenen Kalibers bei einem und demselben Individuum, sondern auch bei verschiedenen Individuen desselben Alters Abänderungen zeigen.

Fig. 205.



Schema A von einer Arterie, B von einer Vene.
a homogene Intima mit dem Epithel b, c muskulöse Media, d bindegewebige Adventitia.

§. 367.

Um mit der Innenhaut, *Tunica intima*, zu beginnen, so richtet sich dieselbe in ihrer Stärke, obgleich immer im Dickendurchmesser der mittleren Gefässhaut nachstehend, nach dem Umfang der Gefässe; in den kleinen Arterien und Venen hat sie zur Grundlage eine homogene, elastische Haut mit netzstreifiger Zeichnung, welche nach *Remak* der Ausdruck feiner Spältchen ist. Ihr liegt nach innen das Gefässepithel auf, dessen längliche Zellen sehr platt sind, auch wohl untereinander zu einer strukturlosen Haut verschmelzen. Die elastische Grundlage giebt der *Intima* das weissliche Aussehen. In den stärkeren Gefässen verdickt sich die elastische Haut durch ebenfalls elastische Schichten oder Lamellen, die entweder rein homogen oder längsstreifig sind, bei den stärksten Arterien auch häufig von zahlreichen Löchern durchbrochen werden und dann den Namen gefensterte Häute tragen. Nimmt die Zahl der Lücken sehr zu, so ändert sich nothwendig das Bild einer gefensterten Membran in das einer elastischen Netzhaut um. Selbst in den grössten Venen bleibt die *Intima* in ihrer Entwicklung hinter den starken Arterien zurück. Aus dem Mitgetheilten erhellt, dass die *Intima* der Gefässe hauptsächlich bindegewebiger Natur ist, und seltener kommt es vor, dass schon in sie, wie man es an der *Intima* der *Arteria axillaris* und *A. poplitaea* beobachtet hat, glatte Muskeln eingeflochten sind. Die Venen des schwangeren Uterus zeigen allerdings auch in ihrer *Intima* eine sehr entwickelte glatte Muskulatur auf.

§. 368.

Die mittlere oder Ringfaserhaut, *Tunica media,* ist bei den Arterien die stärkste Lage, in den Venen erscheint sie schwächer entwickelt und ist hier meist dünner, als die äussere Gefässhaut. Für das freie Auge hat sie bei Venen und Arterien von mittlerer Dicke eine grauröthliche, bei den starken Arterien eine gelbe Farbe. Diese mittlere Gefässhaut ist vorzugsweise muskulös, in den kleinen Arterien besteht sie fast lediglich aus Muskeln. (In den feinsten Arterien des Gehirns, Rückenmarkes und Markgewebes der Knochen, welche in die Capillaren übergehen, von Andern auch schon Capillaren genannt werden, ist die Muskulatur nach *Robin* spärlicher, als an den übrigen Theilen.) Die Muskeln der *Tunica media* sind glatte, nicht besonders lange, an den kleinsten Gefässen sogar kurze Fasern, welche sich bei den Arterien immer ringförmig um das Gefäss legen, während bei den Venen mit den querverlaufenden Muskeln auch andere, in die Längsrichtung ziehende vorhanden sich zeigen.

§. 369.

Die äussere Gefässhaut oder *Tunica adventitia* ist an kleinen Arterien gewöhnlich ebenso dick, als die *Tunica media*, an den grössten Arterien dünner, als die Ringfaserhaut, und an den Venen ist sie gemeinhin die stärkste der Gefässhäute. Ihrer Struktur nach gehört sie dem ordinären Bindegewebe an, welches nach der Länge des Gefässes sich schichtet und häufig elastische Netze noch aufnimmt. Die *Tunica adventitia* der stärksten Venen offenbart die Eigenthümlichkeit, dass in ihr mächtige Züge glatter Längenmuskeln verlaufen, so im Lebertheil der *V. cava inferior*, in den Stämmen der Lebervenen, Stamm der Pfortader, Venen des schwangeren Uterus u. a. Endlich wird die *Tunica adventitia* aller grossen Venen, wo sie in's Herz sich einsenken, von der Herzmuskulatur aus mit einer quergestreiften Muskellage eine gewisse Strecke weit (die obere Hohlvene bis zur *Subclavia*, die *Venae pulmonales* bis in ihre Hauptzweige) ausgestattet.

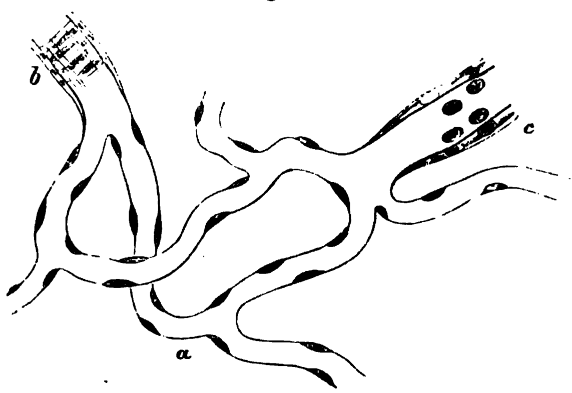
Nach dem Vorgebrachten haben die Arterien und Venen gemeinsame Grundzüge ihres Baues, und die Hauptdifferenz zwischen beiden liegt darin, dass die mittlere Gefässhaut bei den Venen dünner beschaffen ist, dann auch, dass bei den Arterien die Muskeln dieser Haut nur circulär verlaufen, bei den Venen aber auch longitudinal.

§. 370.

Die feinsten Gefässnetze, in welche die Arterien nach oft wiederholter Zertheilung schliesslich ausgehen, und welche nach der anderen Seite hin wieder zu Venenwurzeln sich fortbilden, nennt man Capillaren oder Haargefässe. Die eigentlichen Capillaren bestehen, wo sie isolirt werden können, aus einer einzigen homogenen Haut, die wasserhell, einfach oder doppeltconturirt ist und in mehr oder

minder regelmässigen Zwischenräumen runde oder ovale Kerne in ihrer Substanz hat. Häufig ist indessen diese Haut mit der umliegenden Bindesubstanz so verwachsen, dass sich die Capillaren nur wie entwickelte Bindegewebskörperchen oder mit anderen Worten lediglich wie scharf begrenzte Hohlgänge in der Bindesubstanz ausnehmen. Man vermag daher auch bloss da die Capillaren gut zu isoliren, wo sie von einer sehr zarten und weichen Bindesubstanz getragen werden, wie das in den Nervencentren und ganz besonders in der Retina des Auges der Fall ist; von dieser Haut lassen sich nach gelinder Maceration und Abspülung der pulpösen Masse Capillarnetze am allerschönsten erhalten. Aus anderen bindegewebigen Theilen hingegen, welche im injicirten Zustande äusserst reich an Capillaren sind, wie z. B. die Schleimhaut des Darmes, der Lungen etc., gelingt es keineswegs, die Capillarnetze isolirt darzustellen, weil eben hier die Wand der Capillaren mit der umliegenden Bindesubstanz verschmolzen, anders aufgefasst: in dem Bindegewebe ausgegrabene Hohlgänge sind.

Fig. 208.



Capillargefässe.
a echte Capillaren, bei b übergehend in eine feine Arterie und bei c in eine feine Vene. (Starke Vergr.)

§. 371.

Die starken Blutgefässe, welche, wie wir gesehen, einen Complex von Geweben, d. h. Organe vorstellen, bedürfen auch eigener Ernährungsgefässe, *Vasa nutrientia.* Diese kommen aus kleinen Arterien der Nachbarschaft und verbreiten sich vorzüglich in der *Tunica adventitia*, treten auch da und dort in die *Tunica media* hinein, doch nicht in die *Intima*, welche immer gefässlos zu sein scheint. Auch Nervenfäden sind an vielen Gefässen wahrgenommen worden, doch fehlen über das eigentliche Verhalten derselben bis jetzt nähere Aufklärungen.

§. 372.

Lymphgefässe

Was die Lymphgefässe betrifft, so unterscheidet man an ihnen wieder die feinen Anfänge oder Lymphcapillaren und die stärkeren Gefässe.

Wurde schon vorhin bezüglich der Blutcapillaren hervorgehoben, dass dieselben innerhalb des festeren Bindegewebes häufig den histologischen Charakter von blossen Bindegewebskörperchen haben, so ist das für die Lymphcapillaren durchweg der Fall. Es existiren keine anderen Lymphgefässanfänge, als die Bindegewebskörperchen. Auch die Chylusgefässe in den Darmzotten sind nur die (bleibenden) netzartigen Hohlräume in der Bindesubstanz der Zotte, die zu einem grösseren centralen Raum zusammenfliessen. Die Begrenzungsschicht dieses Kanalsystemes entspricht der homogenen Haut jener Blutcapillaren, welche wegen der grösseren Weichheit des umgebenden Bindegewebes von diesem ausgeschält werden können. Wie nun Blutcapillaren vom Charakter der Bindegewebsräume durch Schichtenbildung der Wand und Auftreten von contractilen Elementen von der umgebenden Bindesubstanz sich abheben oder selbständiger werden, gerade so gewinnt auch die Begrenzungslinie der Lymphcapillaren an Stärke, sie verdickt sich zu einer elastischen Intima, es legt sich im weiteren Verlauf eine aus glatten Muskelfasern bestehende *Tunica media* oder Ringfaserhaut herum und endlich sondert eine Tunica adventitia, aus Bindegewebe, elastischen Fasern und einem muskulösen Flechtwerk zusammengesetzt, das Lymphgefäss von den nächstgelegenen Theilen ab. Innen scheint auch noch ein feines Epithel zugegen zu sein.

Fig. 209.

A

B

Schema über die Anfänge der Lymphgefässe.
A Netz der Bindegewebskörperchen, B Beginn eines selbständigen Lymphgefässstämmchens mit homogener Intima und der Muskelschicht.

§. 373.

Lymphdrüsen.

Die Lymphgefässe werden auf ihrem Wege zum *Ductus thoracicus* häufig von ovalen, bohnenförmigen Körpern, deren Grösse zwischen einer Linie und einem Zoll Durchmesser wechselt, unterbrochen. Der Bau dieser Lymphdrüsen, und wie sie sich zu den aus- und eintretenden Lymphgefässen verhalten, lässt sich in Folgendem zusammenfassen.

Wie bei anderen drüsigen Organen, formt wieder Bindesubstanz das Drüsenskelet. Nachdem nämlich das Bindegewebe an der Oberfläche der Lymphdrüsen eine ziemlich feste Hülle gebildet hat, durchsetzt es als Fach- oder Schwammwerk das Innere der Drüse, ohne dass jedoch dieses Areolarwerk in der Rinde und im Mark der Drüse von ganz gleicher Beschaffenheit wäre. In der Rindensubstanz werden durch das Balkengerüst des Bindegewebes follikelartige Räume begrenzt, die untereinander zusammenhängen und dem freien Auge schon deutlich sind; aber auch in's Innere dieser Hohlräume erstreckt sich, wie bei den Peyer'schen Follikeln u. a., zum zweitenmal die Bindesubstanz, wenn schon als ein weit zarteres Netzwerk. So geschieht es denn, dass durch die Bindesubstanz der Rinde zweierlei Fachwerke zu Stande kommen, ein grösseres, dem freien Auge zugängliches, welches die s. g. Follikel erzeugt, und ein feineres, das wieder die Follikularräume durchstrickt. Im Mark umschreibt das Fächerwerk noch grössere Hohlräume, wie schon das blosse Auge auf dem Durchschnitt der Drüse gewahrt, und man könnte eben, von den sonstigen Strukturverhältnissen absehend, sagen: das Bindegewebe der Rinde entspricht einem feinmaschigen, das der Marksubstanz einem grobmaschigen Schwamm. Suchen wir uns klar zu machen, wie die aus- und eintretenden Lymphgefässe (*Vasa inferentia* und *V. efferentia*) zu dem bindegewebigen Gerüst sich verhalten, so bemerken wir zunächst, dass die *Vasa inferentia*, welche unmittelbar vor der Drüse in Aeste zerfallen, den gewöhnlichen Bau haben, d. h. sie bestehen aus einer homogenen, elastischen *Intima*, einer muskulösen *Media* und einer bindegewebigen *Adventitia*. Die feinen Aeste, mit denen sich das Lymphgefäss der Drüse nähert, verlieren sich in das zwischen den Follikeln befindliche Bindegewebe und nehmen den Charakter von netzförmigen Interstitien des Bindegewebes an, und obschon ich bisher nie (an den Lymphdrüsen des Gekröses) weissen Chylus in die Follikeln eingedrungen sah, so muss nach den bei künstlichen Injektionen sich ergebenden Erscheinungen angenommen werden, dass sich die Lymphgänge der Rinde in die Areolarräume öffnen. In der Marksubstanz der Drüse haben die Lymphgefässe, wenn man sich so ausdrücken darf, ihre Unselbständigkeit wieder abgelegt, man erblickt hier wieder geräumige Lymphgefässplexus, aus homogener *Intima*, muskulöser *Media* und bindegewebiger *Adventitia* bestehend, und aus diesem Lymphgefässnetz geht gegen den Hilus der Drüse das *Vas*

efferens hervor. Das Fachwerk, welches sich dem freien Auge in der Marksubstanz darbietet, gehört demnach ausser den noch zu schildernden Blutgefässen den Wänden der Lymphgefässplexus an und die Hohlräume dazwischen sind die Lichtungen der Lymphgefässe.

§. 374.

Die Follikularräume der Rinde sind mit denselben kleinen farblosen Zellen (den Lymphkügelchen) erfüllt, wie sie die grauweisse Pulpe der Peyer'schen Follikel u. a. bilden. Von diesen Zellen, welche in den Lymphdrüsen keimen und sich durch Theilung vermehren, geht immer eine Anzahl in die *Vasa efferentia* über und wandert gegen den *Ductus thoracicus* fort.

Die Lymphdrüsen haben auch zahlreiche Blutgefässe, deren feinere Vertheilung in der Rindensubstanz Statt hat, und zwar dienen, wie anderwärts, die Bindegewebsbalken und Platten, um die Capillaren und stärkeren Gefässe zu tragen.

Mit den Arterien gehen auch immer einige Nervenfasern in die Lymphdrüsen hinein, ohne dass man wüsste, wo und wie sie enden.

Sucht man sich die Struktur der Lymphdrüsen von einem allgemeineren Standpunkt aus zu ordnen und abzurunden, so stellt sich heraus, das die *Vasa inferentia* innerhalb der Rinde in Lymphcapillaren sich auflösen und mit den die Lymphkügelchen produzirenden Follikularräumen zusammenhängen, man könnte auch sagen, die Follikel seien Appendices der Lymphgänge; nach dem Marke zu vervollständigen sich wieder die Capillaren zu grösseren, netzförmig verbundenen Lymphgefässen und diese zum *Vas efferens* geeinigt, leiten den Lymphsaft und die Lymphkügelchen weiter zum Gefässsystem fort. Erzeugung der Lymphkügelchen scheint demnach die eigentliche physiologische Leistung der erörterten *Glandulae* zu sein.

§. 375.

Milz.

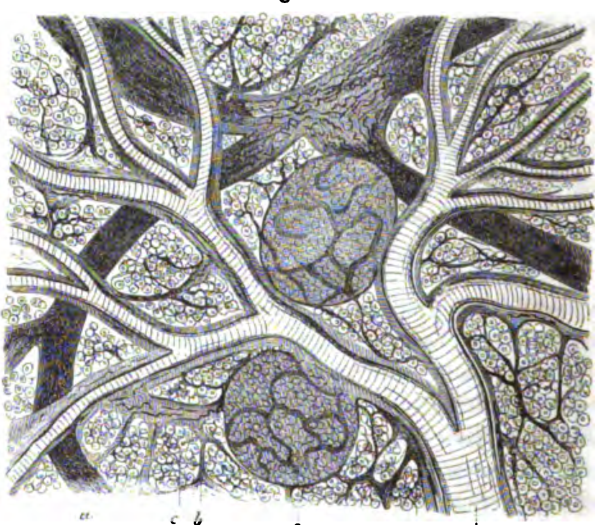
Den Lymphdrüsen im Baue nahe verwandt ist die Milz. Ihr kommt ebenfalls eine bindegewebige, starke Hülle (*Tunica albuginea s. propria*) zu, in welche zahlreiche elastische Fasernetze eingewebt sind. Von dieser Hülle geht nach innen ein netzförmiges Balkenwerk ab, die sog. *Trabeculae lienis*, welche mit freiem Auge bequem verfolgt werden können und gleich der Hülle aus Bindegewebe und elastischen Fasern bestehen. In den dadurch gebildeten Räumen liegt eine weiche, röthliche Masse, die Milzpulpe, und zwar wie es dem unbewaffneten Auge erscheint, unmittelbar eingebettet. Allein mit Hülfe des Mikroskops erfährt man, dass innerhalb der vom freien Auge sichtbaren Trabekularräume ein ähnliches bindegewebiges Balkenwerk in zarterer Ausführung sich wiederholt, wie wir es im Grossen an der Milz sehen. Die dem freien Auge sich darstellenden Trabekularräume der Milz sind mit den Follikularräumen der Lymphdrüsen in Parallele zu stellen und das feine Netzwerk in

letzteren findet sein Analogon in dem zarten Fasergerüst, welches die Trabekularräume durchkreuzt. Und wie in den Lymphdrüsen der Inhalt der Alveolen eine grauweisse Pulpe bildet, so liegt bei der Milz in den Lücken des Fachwerkes die rothe Pulpe, aus Blutkörperchen und farblosen Zellen bestehend. An den Lymphdrüsen ist es mehr als wahrscheinlich, dass die Follikularräume mit dem Lumen der Lymphgefässe zusammenhängen und ebenso scheint es sich für die Milz herauszustellen, dass die Trabekularräume mit den Blutgefässen in Communikation stehen, mit anderen Worten, **Bluträume** sind und die Pulpe als Inhalt dieser Bluträume zu bezeichnen ist.

§. 376.

Schon dem freien Auge machen sich in der rothen Milzpulpe weissliche Flecken bemerklich, die unter dem Namen **Malpighische Körperchen** schon viel besprochen wurden. Sie rühren davon her, dass kleine Partien des mikroskopisch feinen bindegewebigen Fachwerkes fast ausschliesslich mit farblosen Zellen (Lymphkügelchen) angefüllt sich zeigen und eben desswegen mit grauweisser Farbe von der übrigen rothen Pulpe abstechen. Fast immer halten sich solche Ansammlungen von Lymphkügelchen an die Nähe der Arterienzweige.

Fig. 210.



Ein Stück vom Durchschnitt der Milz.

a grössere Milzbalken (die dunkleren geschlängelten Linien in denselben deuten die elastischen Fasern an), b das feinere bindegewebige Netzwerk, c die Pulpe, welche in den Maschenräumen liegt, d ein Arterienstämmchen, e ein Malpighi'sches Körperchen. (Starke Vergr.)

In die Milz tritt bekanntlich eine starke **Arterie** ein, deren grössere und feinere Verzweigungen lediglich im Bereich des gröberen und zarten Balkenwerkes geschehen, d. h. die bindegewebigen

Trabekel sind die Träger der Blutgefässe und die sog. *Tunica adventitia* der Arterienäste und der büschelförmigen Endzweige ist ein Theil des Balkengewebes; die Capillaren, in welche die Arterien sich auflösen, werden von dem mikroskopisch zarten Flechtwerk gestützt, in dessen Räumen die Pulpe ruht und daher durchziehen die Capillaren auch die sog. Malpighischen Körper. Wie schon gesagt, gehen wahrscheinlich die Capillaren in die Pulperäume frei aus und erst diese werden wieder zu Venen. Etwas eigenthümliche, spindelförmige Körper, deren Kern oft in einem knopfförmigen Vorsprung liegt, werden als Epithelzellen der Venen gedeutet.

Die Lymphgefässe der Milz verlaufen zugleich mit den Arterien, und wie man nach vergleichend-anatomischen Wahrnehmungen schliessen darf, so stehen sie zu den sog. Malpighischen Körpern in einer ähnlichen Beziehung, wie in den Lymphdrüsen die Follikeln zu den Lymphgefässen, oder anders ausgedrückt, es sind mit farblosen Zellen gefüllte Räume, welche mit den Lymphgefässen zusammenhängen.

In den Nerven der Milz zählt man hauptsächlich sympathische (*Remak*'sche) Fasern und nur wenige dunkelrandige Fibrillen sind eingestreut.

§. 377.

Thymus.

Auch die innere Brustdrüse oder *Thymus* giebt manches Verwandtschaftliche mit den Lymphdrüsen kund. Sie hat ein gelapptes Aussehen, die Lappen zerfallen in Läppchen und diese in die sog. *Acini*. Das Gewebe, welches diese Gliederung besorgt, ist wieder Bindegewebe, das, nachdem es die Hülle des Organes geformt, die Conturen von den grösseren bis zu den kleinsten Abtheilungen beschreibt. Darnach könnte man glauben, dass die *Thymus* einer traubenförmigen Drüse näher stehe, als den Lymphdrüsen. Diese Ansicht muss aber sofort schwinden, wenn man erfährt, dass das Bindegewebe innerhalb der letzten Lobuli ein ähnliches Netzwerk erzeugt, wie solches von den *Peyer*'schen Follikeln, den Lymphdrüsenfollikeln, beschrieben wurde, und dass die dazwischen frei bleibenden Lücken von einer weissgrauen zelligen Pulpe eingenommen werden. Letztere besteht aus anscheinend freien Kernen, farblosen Zellen (Lymphkügelchen) und zuweilen sind runde, geschichtete Körper eingemengt, die wohl nicht pathologischer Natur sind, da sie auch bis zu niederen Wirbelthieren herab sich finden.

Die zahlreichen Blutgefässe der Thymus folgen in ihrer Verzweigung dem Bindegewebe, und die Faserzüge in den *Acini* tragen, wie in den Lymphdrüsen, die Ausbreitung der Capillaren.

Einige Nerven versorgen im Begleit der Arterien die Drüse.

Es weicht nur darin die *Thymus* vom Schema der *Glandulae lymphaticae* ab, dass das ganze Organ einen geschlossenen Centralkanal besitzt, der sich in die Läppchen aussackt und dessen Inhalt

die bezeichneten Elemente der Pulpe ausmachen. Man möchte vermuthen, dass die Lymphgefässe, welche in nicht geringer Menge die *Thymus* verlassen, mit den Hohlräumen derselben communiciren, doch liegen hierüber keine Beobachtungen vor.

Unsere Kenntnisse über die Entwicklung der *Thymus* (beim Hühnchen) verdanken wir *Remak*. Die Ränder der dritten und vierten Kiemenspalte, welche von Fortsetzungen des Darmepithels überzogen sind, schnüren sich ab, und indem sie den von den Schlundwänden sich ablösenden Aortenbogen folgen, entsteht die *Thymus* unter der Form von zwei länglichen Säckchen, welche jederseits zwischen die Aortenbogen zu liegen kommen.

§. 378.

Physiologisches.

Die Gefässe dienen dazu, eine Ernährungsflüssigkeit behufs der Unterhaltung des Thätigseins der Theile durch den Körper zu leiten und andererseits die Zersetzungsprodukte der Organe aufzunehmen, um sie durch drüsige Gebilde aus dem Körper zu entfernen. Das besondere Verhalten der Gewebe im Gefässsystem giebt mir noch zu einigen Bemerkungen Anlass. Die Thatsache, dass im Herzen die Anastomosen der Muskelprimitivbündel eine so häufige Erscheinung sind, darf man als eine Wiederholung im Kleinen von dem ansehen, was man an der Herzmuskulatur im Grossen wahrnimmt. Die Schichten der Herzmuskulatur kreuzen sich mannichfach und das Netzwerk der *Trabeculae carneae* führt dem freien Auge dieselbe Anordnung der Muskelsubstanz vor, welche sich mikroskopisch in den anastomosirenden Primitivbündeln wiederspiegelt. Eine sehr allseitige Contraction ist wohl die Folge einer derartigen Verflechtung der Fleischfasern. An den Gefässen spielen zwei Gewebe eine hervorragende Rolle, das elastische Gewebe und die Muskelhaut, ersteres vorherrschend in den Stämmen (der Arterien), während an den feineren Gefässen die Muskelfasern die Oberhand haben. Das elastische Gewebe, welches von der Nervenwirkung nicht beeinflusst wird, sucht bloss die Veränderungen, welche der Umfang der Gefässe durch Ausdehnung oder Druck erfährt, wieder auszugleichen; hingegen die contractilen Fasern, der Thätigkeit des Nervensystemes unterworfen, bewirken eine stärkere Anspannung oder ein Nachlassen von der mittleren Spannung der Gefässe, je nach der verschiedenen Steigerung des Nervenlebens. Daher kann man auch die Bedeutung beider Gewebe am Kreislauf so fassen, dass man sagt, das elastische Gewebe ist nothwendig für die Blutleitung oder die Circulation überhaupt, das contractile Gewebe aber für die bestimmte Vertheilung der Blutmasse.

Unser Wissen über die Funktion der Lymphdrüsen, incl. der Milz und *Thymus*, steht noch auf einer sehr niedrigen Stufe, nur was schon oben erwähnt wurde: es verschafft sich in neuerer Zeit immer mehr die Ansicht Eingang, dass die berührten Organe

die Bildungsherde der farblosen Blutkügelchen (sog. Lymphkügelchen) sind. Von grösstem Belang sind in dieser Frage die bekannten Arbeiten *Virchow's* über die Leukämie, wovon ich nur die Erfahrung heraushebe, dass mit Lymphdrüsentumoren eine ausserordentliche Vermehrung der farblosen Blutzellen verbunden ist. *Virchow* nimmt an, dass bei solcher Hypertrophie der Lymphdrüsen auch ein vermehrter Uebergang der Lymphkügelchen in das Gefässsystem statt habe.

Eine kurze Zeit war bezüglich der Milz die Ansicht im Schwung, dass in diesem Organ eine regressive Metamorphose der rothen Blutkügelchen statt habe, sie sollten da zerfallen und sich auflösen. Diese Theorie ist, wie billig, wieder schlafen gegangen, da man sich überzeugt hat, dass die sog. Blutkörperchen haltenden Zellen, auf welche die Hypothese basirt war, ein zufälliges Vorkommniss in der Milz sind. Dergleichen Klümpchen von Blutkörperchen, aus der Blutbahn ausgetreten und im Zustande der Entfärbung und Zerbröckelung sich befindend, können in allen möglichen Blutergüssen zur Beobachtung kommen. Ich will nur als Beispiel anführen, dass ich die Blutkörperchen haltenden Zellen im Fleische des Schwanzes von Fischen in grösster Menge angetroffen habe und zwar in der Umgebung von Entozoen, welche auf der Wanderung begriffen, beim Graben ihrer Minen durch Verletzung der Blutgefässe Extravasate verschuldet hatten.

Remak hat in jüngster Zeit (Deutsche Klinik Nr. 70) über die Muskulatur der Venen noch folgende Thatsachen ermittelt. 1) Die aufsteigenden Venen des menschlichen Körpers sind weit reicher an Muskelfasern, als die absteigenden. 2) Die Menge der Muskelfasern nimmt in der Venenwand im Allgemeinen zu mit den Hindernissen, welchen die Rückkehr des Blutes zum Herzen ausgesetzt ist. 3) Die *Vena cava inferior thoracica* und der an das Herzfleisch grenzende Theil der *Vena cava superior* entbehren fast ganz der glatten Muskelfasern. — Die sackförmigen beulenartigen Anhänge der Venen an der Herzseite der Venenklappen bestehen ausser einer dünnen, äusseren elastischen Schicht und einer ebenfalls dünnen bindegewebig-elastischen Innenhaut fast ganz aus Bündeln langer glatter einkerniger Muskelfasern, welche sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen, im Allgemeinen jedoch eine circuläre Richtung einhalten. Durch Erschlaffung dieser Klappensäcke entstehen, was kaum einem Zweifel unterliegt, die *Varices*.

Die grösseren und kleineren Räume der *Arachnoidea* halte ich für gleichwerthig mit Lymphräumen, und man kann auch zu Gunsten dieser Ansicht anführen, dass beim Stör zwischen *Pia mater* und *Dura mater* eine Lymphdrüsen ähnliche Substanz den vom Gehirn freigelassenen Raum des Schädels ausfüllt (s. meine Untersuchungen üb. Fische u. Rept. S. 5), ferner dass man bei *Trygon pastinaca* an den Gefässen der *Pia mater* dieselben eigenthümlichen, von mir früher „turbanähnliche" Körper genannten *Glomeruli* sieht, wie sie bei Selachiern sonst nur in die Lymphgefässe hineinragen.

Was den Bau der Lymphdrüsen betrifft, so haben genau genommen schon die älteren Forscher *Malpighi* und *Hewson* dieselbe Vorstellung davon gehabt wie wir. Freilich, wer viel auf den Namen giebt, wird widersprechen, da *Hewson* die Drüsen aus anastomosirenden grossen Hohlräumen, die mit den Lymphgefässen zusammenhängen, und *Malpighi* aus wirklichen Lymphgefässplexus bestehen lässt, was doch bei Licht besehen zwei verschiedene Ausdrücke für eine und dieselbe Sache sind.

Hinsichtlich der *Malpighi*'schen Körper der **Milz** liest man häufig die Klage, dass sie gar so schwer zu isoliren seien und fast immer unter der Präparation zerfliessen. Ich meine, ein solches Verhalten dürfe uns nur dann Wunder nehmen, wenn wir in den fraglichen Gebilden durchaus selbständige Körper erblicken wollen, während sie doch in Wahrheit bloss modifizirte Partien der Pulpe sind.

Siebenunddreissigster Abschnitt.

Vom Gefässsystem der Wirbelthiere.

§. 379.

Die Herzmuskulatur der Säuger, Vögel, Reptilien und Fische ist immer quergestreift, differirt aber durchweg von den Stammmuskeln darin, dass die Primitivbündel ein mehr gekörneltes Aussehen haben und schmäler sind, sich häufig verästeln und anastomosiren, sowie dadurch, dass fast kein Bindegewebe zwischen den Primitivbündeln sich findet. Bei Batrachiern und Fischen existirt bekanntermaassen ausser den Vorhöfen und Herzkammern noch eine muskulöse Herzabtheilung, der sog. *Truncus arteriosus*, dessen contractilen Elemente nicht überall dieselben sind. Die Ganoiden, Chimären, Plagiostomen, Lepidosiren und Batrachier haben hier eine quergestreifte Muskulatur, bestehend aus einfach verlängerten Zellen mit quergestreiftem Inhalt, und welche daher, wenn für „Primitivbündel" gehalten, zu den ganz schmalen zu rechnen wären. Der *Truncus arteriosus* dieser Thiere pulsirt. Bei den Teleostiern ist die Muskulatur eine glatte, und damit in Uebereinstimmung, fehlen auch rhythmische lebhafte Contractionen. Die Muskeln sind an unseren Süsswasserfischen, *Leuciscus*, *Gobio* z. B., im frischen Zustande leicht feinkörnig, die Bündel ziehen geflechtartig durch einander; bei *Labrax lupus* sehe ich ferner, dass die frischen Muskelfasern hier sehr blass, weit schmäler und kürzer sind, als die gleichen Elemente des Nahrungsrohres. (Es hat der *Bulbus* nach Untersuchungen an *Leuciscus rutilus* seine eigenen Blutgefässe, Arterien und Venen.)

Bulbus arteriosus.

Beim *Proteus* und bei *Torpedo* stösst, wie ich gezeigt habe (Unters. üb. Fische und Rept.) an den schlagenden *Bulbus arteriosus* noch eine Erweiterung, die bei *Torpedo* aus elastischen Elementen, beim *Proteus* zu äusserst ebenfalls aus elastischen Fasern und nach innen aus glatten Muskeln gebildet ist.

§. 380.

Endocardium, Herzklappen.

Die blassen Zellen des *Endocardium* verschmelzen öfter unter einander, so dass die ehemaligen Zellenkerne jetzt in einer homogenen Haut liegen; meine Beobachtungen wenigstens an Haien und Gräthen-

fischen sprachen für eine solche Auffassung. An der Bindegewebsschicht des *Endocardium* grösserer Säuger lässt sich unterhalb des Epithels eine homogene Grenzlamelle unterscheiden (*Basement membrane*) wie an serösen Häuten, Schleimhäuten etc. Unter dem *Endocardium* der Wiederkäuer breiten sich eigenthümliche graue gallertige Fäden netzförmig aus, die modifizirte Muskelsubstanz zu sein scheinen. Dieser Bildungen gedenkt zuerst *Purkinje*, später hat *v. Hessling* (Zeitschr. f. w. Z. Bd. V.) genauere Untersuchungen darüber angestellt, ohne aber den Gegenstand zum Abschluss bringen zu können. Ganz neuerdings handelt *Reichert* (Jahresb. f. d. J. 1854) in ausführlicher Mittheilung über diese Purkinje'schen Fäden und kommt zu dem Schlusse, dass man es mit einem netzförmig ausgebreiteten Spannmuskel des Endocardiums zu thun habe, dessen primitive Muskelbündel etwas anders als die der übrigen Herzmuskeln sich verhalten. Die Muskelcylinder sind kurz, sehr hell, innen mit körniger Achse und Kernen und so gelagert, dass sie mit ihrem einen abgestumpften Ende gegen die übrige Muskelmasse des Herzens, mit dem andern gegen die elastische Faserschicht des *Endocardiums* gerichtet sind. — Die Herzklappen sind Duplikaturen des *Endocardiums*, mithin bindegewebiger Natur, nur die starke Klappe im rechten Herzen der Vögel (und des Schnabelthieres) besteht aus quergestreiften Muskeln, auch nehme ich wahr, dass bei *Leuciscus* und wahrscheinlich auch anderen Fischen die Klappe zwischen *Sinus venosus* und Vorhof, welche röthlich grau aussieht, aus denselben quergestreiften körnigen Muskeln, wie das Herz überhaupt, gebildet ist. An den sämmtlichen Herzklappen verschiedener *Leucisci* bemerke ich ferner eigenthümliche Anhänge. Es sind einfach blasige oder auch gebuchtete Hervorragungen am Rand der Klappen, entweder

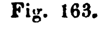
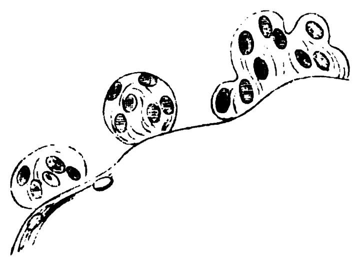


Fig. 163.



Rand einer Herzklappe von Leuciscus mit drei Anhängen. (Starke Vergr.)

mit breiter Basis aufsitzend, oder auch, wie an den Semilunarklappen gestielt. Sie zeigen eine bindegewebige Grundlage und einen zelligen Ueberzug von derselben Natur, wie das *Endocardium*. An *Chondrostoma nasus* vermisse ich dergleichen Klappenanhängsel,

ebenso bei *Labrax lupus*, wo übrigens die *Valvulae semilunares* ebenfalls aus Bindegewebe und feinen elastischen Fasern bestehen.*)

Beachtung verdient weiterhin, dass im *Bulbus arteriosus* der geschwänzten Batrachier (*Salamandra maculata*) und der Haie (*Hexanchus griseus*), Ganoiden (*Polypterus*), klappenartige Längswülste vorspringen, die aus gallertigem Bindegewebe mit elastischen Fasern geformt sind; im vorderen dicken Theil der Wülste wandelt sich beim Landsalamander das Bindegewebe in schönen Hyalinknorpel um. Das Vorkommen von Knorpelgewebe im Herzen ist wohl verbreiteter, denn auch bei Schildkröten (*Testudo graeca* und *Emys europaea*) nimmt man in den klappenartigen Vorsprüngen am Austritt der grossen Gefässe aus dem Herzen einen genuinen Hyalinknorpel wahr, innerhalb dessen homogener Zwischensubstanz die Knorpelhöhlen gewöhnlich mehre Zellen einschliessen. Gegen die Peripherie hin wird die Zwischensubstanz weicher, es ziehen Streifen durch dieselbe und die Zellen kommen mehr vereinzelt zu liegen. Es scheint, dass auch Ossifikationen hier vorkommen können, wenigstens hat *Bojanus* bei *Emys europaea* einen kleinen Knochen gefunden, welcher von den *Trabeculae carneae* der rechten Kammer aus zwischen die abtretenden Arterienstämme sich erstreckte. Und eine alte Erfahrung ist es, dass bei einigen Säugethieren (Rind, Schaf, Kameel, Giraffe, Gazelle, Hirsch, Schwein, nicht selten auch bei Pferden) unterhalb des Ursprunges der Aorta, ein kreuzförmiger Knochen normal vorhanden sich zeigt. (Der Herzknochen der Kameele wurde bezüglich seiner Markkanäle, Markzellen und Knochenkörper von *Wedl* und *Franz Müller* untersucht, Sitzungsber. d. Wiener Ak. 1850, S. 401.)

§. 381.

Pericardium, Herznerven.

Das Pericardium hat überall eine bindegewebige Grundlage, kann mehr oder weniger pigmentirt sein (Amphibien z. B.), auch Fettzellen enthalten und hat bei allen Wirbelthieren nur ein einfaches Plattenepithel, lediglich die ungeschwänzten Batrachier besitzen ein flimmerndes Epithel des Herzbeutels. Nach *Mayer* zwar soll sowohl bei geschwänzten und ungeschwänzten Batrachiern das *Pericardium* flimmern. Ich kann nur für die ersteren (Frosch z. B.) dies bestätigen, muss hingegen bezüglich des Landsalamanders und des *Proteus* die Flimmerbewegung des Herzbeutels in Abrede stellen. — Vereinzelt steht bis jetzt die Wahrnehmung *Remak's*, dass beim Ochsen am Rande des linken Herzohres das *Pericardium* in

*) Auch beim Menschen scheinen ähnliche Bildungen sich zu finden. *Luschka* beschreibt soeben (Deutsche Klinik 1856 Nr. 23) zottenförmige Auswüchse an den Semilunarklappen, bestehend aus gefässlosem homogenem Bindegewebe mit Epithelialüberzug.

eine Reihe ähnlicher Zotten ausgewachsen ist, wie solche am Rande des Herzens vom bebrüteten Hühnchen sich finden. — Bei niederen Wirbelthieren (Fischen und Batrachiern) spannen sich öfters Fäden zwischen dem Herzen und *Pericardium* hin, beim Landsalamander z. B., wo man dergleichen Fortsätze besonders auf der Rückenseite der Vorhöfe sieht, bestehen sie aus Bindegewebe, enthalten einzelne Blutgefässe, auch wohl Pigment und selbst Fettzellen. Die Aussenfläche deckt ein Plattenepithel.

Die Nerven des Herzens bilden in der Muskelsubstanz der Kammer und Vorkammer, wie *Remak* beim Kalbe entdeckte, Ganglien, was wohl für alle Wirbelthiere seine Geltung hat, wenigstens kennt man sie von der Scheidewand und in der Grenze der Kammern und Vorkammern beim Frosch, und auch bei unseren Süsswasserfischen (*Chondrostoma nasus*, *Gobio fluviatilis*) sehe ich am Rande der Klappe zwischen Vorhof und *Sinus communis*, umgeben von einigen verzweigten Pigmentzellen, ein Ganglion. An dieser Stelle breitet sich überhaupt ein reiches Nervennetz aus mit auch sonst noch eingestreuten, blassen Ganglienkugeln; gar nicht selten erblickt man Theilungen der Nervenfibrillen in zwei und selbst mehr Aeste. Ich kann übrigens nicht umhin, zu bemerken, dass die ungleiche Vertheilung der Nerven in der Muskelsubstanz des Herzens in ähnlicher Weise etwas auffallendes hat, wie auch an manchen anderen Muskeln. Man kann nämlich ganz grosse Strecken von dem Vorhof, oder auch den Muskelschichten des Ventrikels mit Natronlösung durchsichtig machen, ohne auch nur einer Nervenfibrille ansichtig zu werden, während die gedachte Klappenstelle, sowie die Klappengegend zwischen Vorhof und Ventrikel sehr nervenreich ist. — Die oberflächlichen Herznerven schwellen beim Rind, da wo sie quer über die Gefässe gehen, in platte, ganglienartige Erweiterungen an, sind auch von *Lee* dafür gehalten worden, sie entbehren indessen, wie *Cloetta* angiebt, der Ganglienzellen, und die Verdickung scheint auf Rechnung des Neurilems zu kommen. — Auf dem Herzen lagert sich bei verschiedenen Wirbelthieren mehr oder weniger Fett ab, beim Frosch z. B. trifft man häufig einen grösseren Fettklumpen oben, wo die Theilung der grossen Gefässstämme statt hat, dann auch an der Basis des *Bulbus arteriosus*, auf den Vorhöfen, auch an den Aortenbogen.

§. 382.

Periphērische Gefässe.

Die histologische Grundlage der Arterien, Venen und Capillaren der Wirbelthiere, bleibt die Bindesubstanz und in gar manchen Fällen, besonders an Venen und venösen *Sinus* der Fische, besteht aus ihr und elastischen Fasernetzen lediglich die Gefässwand. Auch die Aorta von Fischen, wenn sie in einem Knorpelkanal verläuft (bei *Acipenser* z. B.) oder zum Theil den Vertiefungen der Wirbelkörper eingefügt ist, hat bloss eine bindegewebige mit elastischen

Fasern durchsetzte Haut, die continuirlich in den Knorpelkanal oder das Knochengewebe der Wirbel übergeht. Es kann, namentlich wieder bei Fischen, die bindegewebige Wand der Venen so zart sein und so wenig von dem Bindegewebsgerüst der Organe gesondert, dass man früher oft eine eigentliche abgrenzende Haut (z. B. in den Nieren) anzweifelte und die Venen für Rinnen in dem Parenchym der Organe erklärte, ein Ausdruck, der gar nicht unpassend ist, wenn man nur im Auge behält, dass die Rinnen innerhalb der Bindesubstanz ausgehöhlt sind. Denn die grossen Blutbehälter, welche sich z. B. im Abdomen der Selachier finden, sind ebenfalls nicht mehr als blosse Bindegewebsräume.

Eine sinnenfälligere Selbständigkeit gewinnen die Blutgefässe erst durch die Umwandlung von Bindesubstanzschichten in elastische Häute und durch das Auftreten von Muskeln, welche das Gefässrohr umgeben. Bei den Fischen (nach meinen Erfahrungen an Plagiostomen) wird die Hauptmembran der starken aus dem *Bulbus* kommenden Gefässe (Kiemenarterien) aus elastischen Elementen gebildet, nach aussen folgt eine aus gewöhnlichem Bindegewebe und eingemengten elastischen Fasern bestehende *Tunica adventitia*; nicht minder sind bei den Vögeln die dicken, weissgelben Wände der *Trunci anonymi* aus elastischen Faserschichten gebildet. An der Aorta des Reihers (*Ardea cinerea*) bemerkt man, dass die Hauptmasse der elastischen Fasernetze in circulären Schichten sich zusammenhält, die dann immer durch gewöhnliche Bindesubstanz gesondert sind. Nur zu äusserst ziehen auch einige Lagen nach der Länge des Gefässes. Die elastischen Fasern gehören bei Fischen und Vögeln der starken, ästig verbundenen Art an. In den stärksten Arterien der Säuger, welche zunächst aus dem Herzen entspringen, ist das elastische Gewebe gleichfalls der Hauptconstituens der Gefässwand. Die elastischen Fasern in den Aortenbogen, *Aorta thoracica* und *Aorta superior* des Schafes haben eine durchlöcherte oder gefensterte Beschaffenheit (*Remak*). Bei anderen Thieren (Schwein, Rind) konnte der genannte Forscher an den entsprechenden Stellen nur sehr wenige, in anderen Gefässen gar keine gefensterten Fasern finden. Die elastischen Fasern können sich verbreitern und zu elastischen Platten sich verbinden. — Auch die zwei Zoll dicke Wand der *Aorta* von *Balaena musculus*, welche ich vor mir habe, besteht nur aus elastischem Gewebe, sie zeigt schon für das freie Auge eine Schichtung in grössere und kleinere Abtheilungen, zwischen denen man Gefässlücken erblickt und mikroskopisch setzen elastische Netze und klein durchlöcherte elastische Häute die grösseren Lagen zusammen.

An den Arterien, welche weiter ab vom Herzen liegen, helfen Muskeln die Gefässhaut zusammensetzen. Variabel ist der Ort, wo sie beginnen. Bei *Raja batis*, *Spinax niger*, *Polypterus* z. B., vermisste ich an der *Aorta* und vielen starken Arterien, eine *Tunica mus-*

cularis, bei *Raja batis* bestand die *Aorta* aus der *Tunica adventitia*, die hier einzelne goldglänzende Pigmenthäufchen besass, und zweitens aus einer elastischen Intima sammt Epithel.

Beim Zitterrochen (*Torpedo*) war zwischen der bindegewebigen *Adventitia* und der elastischen *Intima* eine *Muscularis* eingeschoben; an *Scymnus lichia* enthielt die Basilararterie des Gehirns, die stark schwarz pigmentirt sich zeigte, keine Muskeln mehr, während die kleinen Hirngefässe mit einer deutlichen Ringmuskelschicht versehen waren. Die grossen arteriellen Gefässstämme der Batrachier sind schon jenseits des *Bulbus* mit contractilen Elementen ausgestattet und an der *Aorta* des Landsalamanders unterscheidet man leicht eine *Muscularis* mit geflechtartig verlaufenden Fasern. In den kleinen Arterien, welche sich der Capillarverzweigung nähern, fehlt eine muskulöse Ringschicht wohl nie und ist namentlich schön zu sehen beim Salamander und Proteus, deren Elementartheile in allen Geweben durch eine ungewöhnliche Grösse sich auszeichnen. Von ganz besondrer Entwicklung beobachte ich auch die Ringmuskeln in den Gefässen, welche in die langen Zotten des trächtigen Uterus von *Acanthias vulgaris* aufsteigen.

In den Venen, vorzüglich bei Fischen, kann die muskulöse *Media* ganz fehlen, oder höchstens in sehr zarter Schicht vorhanden sein. Dagegen ist man in neuerer Zeit darauf aufmerksam geworden, dass in der *Adventitia* grosser Venen bei Säugethieren glatte Längsmuskeln eingewebt sind; *Claud Bernard* sah solches beim Pferd, *Remak* beim Ochsen, Schaf, am stärksten in dem Lebertheil der unteren Hohlvene und den Lebervenen. Auch in der *Adventitia* mancher Arterien kommen Muskeln vor, nach *Remak* lassen sich bei den genannten Säugern, sowie beim Schweine an der Aussenfläche des Aortenbogens und des Brusttheils der *Aorta*, schon mit blossem Auge die von ihnen gebildeten Bündel unterscheiden.

§. 383.

Accessorische Herzen.

Gewisse Partien des Gefässsystemes, abgesehen vom Centralherzen, können besonderer Zwecke halber mit quergestreifter Muskulatur ausgestattet sein, wodurch peripherische Herzen angelegt werden. Bei *Myxine* und *Branchiostoma* existirt ein Pfortaderherz, bei letzterem ferner ein Venenherz für das Lebervenenblut, auch die Anfänge der Kiemenarterien und die Aortenbogen sind herzartig contractil (*Retzius*, *Joh. Müller*). Im Schwanze des Aals hat *Marshal Hall* einen erweiterten pulsirenden Sinus entdeckt, was von *Joh. Müller* bestätigt wurde*), und *Davy* hat ein pulsirendes Organ

*) Von Interesse ist die Beobachtung, welche *G. Carus* gemacht hat, dass an eben aus dem Ei gekommenen kleinen Goldkarpfen (*Cyprinus auratus*) an der Hohlvene des Schwanzes, wo vom hinteren Ende der *Aorta* drei Stämme in sie überbiegen, eine Erweiterung sich findet, an der übrigens nichts von Contractionen zu sehen war. (Erläuterungstaf. zur vergl. Anat. Heft VI.)

in den Genitalanhängen der Plagiostomen beobachtet. Ferner wurden in den Flügeln der Fledermäuse von *W. Jones* selbständige rhythmische Bewegungen der Venen entdeckt, die *Tunica media* enthält Muskeln, die, nach der Beschreibung des genannten Frosches zu schliessen, quergestreifter Natur sind, da sie im Allgemeinen den Muskelfasern der Lymphherzen vom Frosch gleichen sollen, diese aber den evident quergestreiften angehören. *Schiff* hat beobachtet. dass die grösseren Schlagadern des Ohres vom Kaninchen ebenfalls eine vom Herzen unabhängige rhythmische Bewegung besitzen, er nennt die Gefässstämme accessorische Arterienherzen. Was hingegen die sog. Axillarherzeu von *Chimaera* und *Torpedo* betrifft, so müssen diese, wie ich gezeigt habe, aus der Reihe der peripherischen Herzen gestrichen werden, da die hiefür genommenen Bildungen Nebenorgane des Sympathicus oder Nervendrüsen sind (vergl. oben d. Capit. üb. Nebennieren).

§. 384.

Pulsirende Venen.

Bei den höheren Wirbelthieren sind wohl sehr allgemein die Venen, welche in das Herz einmünden, von diesen aus eine Strecke weit mit quergestreiften Muskeln belegt und schlagen dann auch wahrscheinlich; bei den Batrachiern kann man die rhythmischen Contractionen der in's Herz führenden Venenstämme leicht dem Auge vorführen. Sie sind mit einer dünnen, aber deutlichen Lage quergestreifter Muskeln versehen. Ebenso hat bei Fischen (*Acipenser* z. B.) der vor dem Vorhof gelegene gemeinschaftliche venöse *Sinus* ein weitmaschiges Netz quergestreifter Muskeln.

§. 385.

Cavernöse Gefässe.

An den *Sinus venosi* selbst der höchsten Wirbelthiere (ich erinnere z. B. an die Blutleiter der *Dura mater*) kann das Lumen durch ein nach innen vorspringendes Balkennetz areolär werden; von den Arterien der Säuger ist mir hierzu kein analoges Beispiel bekannt, wohl aber hat man bei Vögeln und Amphibien Bildungen wahrgenommen, die unter diesen Gesichtspunkt zu stellen sind. Bei der Gans nach *Tiedemann* und *Barkow*, formt die *Arteria mesenterica superior*, da wo sie die *Rami intestinales* abschickt, eine Erweiterung, die Wände verdicken sich dabei, und da sie nach innen zahlreiche Klappen, welche zum Theil unter einander verbunden sind, abgeben, entsteht ein netzförmiges Ansehen. Sollte nicht eine Notiz, die ich dem Jahresb. I. von *Carus* entlehne und wornach *Davy* gefunden hat, dass beim wilden Schwan die *Aorta* nach Abgabe der *Arteriae iliacae* von einer höchst wahrscheinlich muskulösen Masse umgeben sei, auf eine verwandte Organisation bezogen werden kön-

nen? *) Ferner ist hier aufzuführen die sog. Carotidendrüse der Batrachier, welche nach meiner Erfahrung dadurch entsteht, dass die Ringfaserschicht des Gefässes an Masse zunimmt und sich in ein Maschen- und Balkenwerk, ähnlich den Herztrabekeln auflöst, wobei noch erwähnenswerth ist, dass die Muskelfasern der sog. Carotisdrüse zu den Mittelstufen zwischen glatten und quergestreiften Muskeln gehört. Die Faser hat hiernach die Gestalt und den Kern der eigentlichen glatten Muskelfaser, aber der Inhalt zeigt sich quergestreift. Eine Anzahl solcher Fasern wird durch Bindesubstanz zu grösseren und kleineren Bündeln vereinigt. (Beim Landsalamander ist die Carotidendrüse stark pigmentirt.) Noch ist an diesem Orte

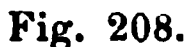
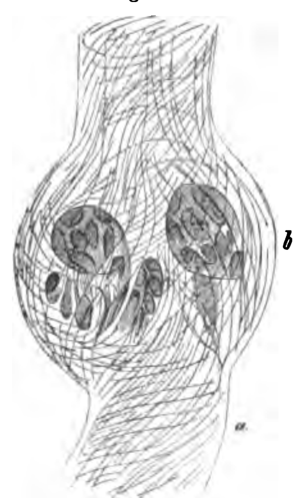


Fig. 208.



Carotidendrüse des Frosches.
a Carotis, b die cavernöse Anschwellung. (Geringe Vergr.)

der *Aorta* der Meerschildkröten zu gedenken; die innere Fläche der grossen Pulsaderstämme, sowohl der für die Lungen, als der für den Körper, bildet, wie *Retzius* zuerst beschrieben hat, für das blosse Auge Zellen, die ein der Schlangenlunge gleiches Ansehen gewähren. Diese nach innen geöffneten Zellen leiten zu anderen, tiefer liegenden, so dass die ganze innere Membran wie spongiös anzusehen ist. In dem Aortenstamm reicht diese cavernöse innere Bekleidung bis zur Mitte des Rückgrathes und setzt sich etwas wei-

*) Ich habe unterdessen die eigenthümliche Bildung an der *Art. mesent. sup.* der Gans selbst untersucht. Die klappenartigen Vorsprünge stehen im oberen Abschnitt ziemlich regelmässig quer, im unteren verbinden sie sich mehr netzförmig; sie bestehen übrigens der Hauptmasse nach aus Netzwerken feiner elastischer Fasern, und die glatten Muskeln, welche allerdings vorhanden sich zeigen, sind in der Minderzahl.

ter nach hinten in dem rechten, als im linken Stamme fort. (Bei der Land- und Flussschildkröte mangelt dieser Bau.) Da in der sog. Carotidendrüse der Batrachier das Balkenwerk muskulöser Natur ist, so darf wohl ein gleiches auch bezüglich der angegebenen Bildung der Gans und der Meerschildkröte vermuthet werden.

§. 386.

Gefäss-epithel.

Ob ein Epithel beständig die innere Wand der Gefässe überkleidet, davon bin ich nicht überzeugt, ja habe dasselbe öfters, so noch jüngsthin an der *Aorta* des Reihers vermisst, bei Knochenfischen sah ich es mitunter aus sehr zarten Zellen zusammengesetzt, die, mit Wasser zusammengebracht, schnell aufquollen und platzten. Nach *Remak* besteht das Epithel der *Aorta* des Menschen, Ochsen, Schweines, Schafes, aus einer einfachen Lage unverschmolzener Zellen, die sich gern ablösen und auseinander fallen, daher auch leicht der Beobachtung entgehen. Darunter kommt noch eine ziemlich dicke Lage von platten, langgezogenen Zellen, die mehr der Länge als der Quere nach zusammenhängen. (Von diesem Epithel glauben *Henle*, *Schultze* und ich selber öfters eine Verschmelzung der Zellen zu einem klaren, ziemlich festen, mit längsovalen Kernen versehenen Häutchen, wahrgenommen zu haben.) Auch in der Lungenarterie und den grösseren Aesten sei das Epithel aus mehren Schichten zusammengesetzt. In der *Carotis* und anderen Arterien von gleicher Stärke sei es dünner und weicher, ebenso in den grösseren Venen. Doch fügt auch *Remak* hinzu, dass noch festzustellen bleibe, wie weit sich das Epithel nach der Peripherie hin erstrecke.

§. 387.

Capillaren.

Anlangend die feinsten Capillaren, so besitzen sie übereinstimmend bei allen Wirbelthieren, wo sie gesondert dargestellt werden können, eine einzige homogene Haut mit längsovalen Kernen. Dass beim *Proteus* wegen der enorm grossen Blutkügelchen auch die feinsten Capillaren geräumiger sind, als bei anderen Wirbelthieren, ist selbstverständlich.

Im Fleische des Herzens von unserem Schlachtvieh beobachtete *v. Hessling* eigenthümliche parasitische Körper, die mit den oben (s. Muskelsystem) erwähnten parasitischen Gebilden aus den Muskeln der Ratten und Mäuse Aehnlichkeit zeigen (Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. V). Dass ich auch bei Spinnen sowohl in den Muskeln des Stammes als auch des Herzens verwandte Körper angetroffen habe, wurde schon erwähnt. Es waren Haufen eigenthümlicher ovaler Körperchen, hell, scharf conturirt, lagen im Innern der Primitivbündel und schwanden nicht in Kalilauge; wo sie dicht beisammen lagen, verursachten sie bei auffallendem Licht weisse Streifen.

Im Pfortaderstamm der *Coluber* zieht sich, wie *Brücke* beschrieben, ein spiralig verlaufendes Band hin, welches bei der Füllung der Vene tief in das Lumen reicht und den Widerstand vermehrt. Ich habe hierauf unsere Ringelnatter

untersucht und finde, dass es mit diesem „Band“ folgende Bewandtniss hat. Aus dem Leberende treten ausser dem Hauptgang noch zahlreiche, ich zähle gegen 12, feine Gallengänge heraus, die sich netzförmig verbinden. Nach dem Darm hin sammeln sie sich in einige wenige Gänge und diese, der Pfortader innig angeheftet, erzeugen das erwähnte „spiralige Band.“ Meine Präparationsweise ist die, dass man das Endstück der Leber mit allem was ein- und austritt im Zusammenhang ausschneidet, ausbreitet und mit Essigsäure behandelt. Das Epithel der Gallengänge trübt sich und es stechen somit letztere ohne Weiteres von den ganz hell gewordenen Blutgefässen ab und können leicht verfolgt werden.

§. 388.

Lymphgefässe.

Was das Lymphgefässsystem angeht, so ist abermals vorn vorne herein zu bemerken, dass dasselbe in einzelnen Partien einer organologischen Selbständigkeit entbehrt, da häufig die Lichtungen der Gefässe mit Hohlgängen oder Räumen in dem Bindegewebe gleich bedeutend sind. Für die sog. Lymphcapillaren ist solches durchweg der Fall, sie sind nichts andres, als netzförmig zusammenhängende Bindegewebskörperchen, was man sich am leichtesten vom Schwanze der Batrachierlarven zur Anschauung bringen kann. Bei niederen Wirbelthieren (Fischen, Amphibien) bleiben auch die stärkeren Gefässe, welche häufig zu grossen Säcken und Behältern sich erweitern, auf dieser, wenn man so sagen darf, indifferenten Stufe stehen, die dünnen Wände grenzen sich nicht von der bindegewebigen Umgebung ab, und es ist mir sehr zweifelhaft, ob ein Epithel die Räume auskleidet. Bei den höheren Klassen, namentlich den Säugethieren, individualisiren sich viele Lymphgefässe dadurch, dass die Bindesubstanz sich in elastische Schichten verwandelt, und glatte Muskeln sich herumlegen. Eine sehr allgemeine und merkwürdige Erscheinung bezüglich des Verlaufes der Lymphgefässe bei Fischen und Amphibien ist die, dass die Blutgefässe von Lymphgefässen scheidenartig umgeben werden (zuerst von *Bojanus* an der *Aorta descendens* der Schildkröte erkannt, wo der Milchbrustgang durch Lufteinblasen als Scheide um das Blutgefäss erschien), wobei alsdann das Gewebe der *Tunica adventitia* des Blutgefässes zur Darstellung der Lymphgefässwand verwendet ist. Noch kürzlich sah ich sehr schön an einer weiblichen *Pipa dorsigera* die Blutgefässe des Darmgekröses von Lymphgefässen umschlossen, die, sich vom Darm her sammelnd, zu einem grossen, länglichen Behälter wurden, der nach der Wurzel des Darmgekröses hinlief. Der Inhalt der Lymphgefässe war eine grauweisse, krümliche Masse, die mikroskopisch aus Punktsubstanz und zahlreichen Fettkügelchen verschiedener Grösse bestand. (Die Milz lag der Wand des Lymphbehälters an.) — Hat das Lymphgefäss eine grosse Weite, so spannen sich von der Wand desselben zum eingeschlossenen Blutgefäss häutige Balken herüber. Aber nicht blos bei niedren Wirbelthieren, auch bei Säugern dürfte mitunter eine ähnliche Beziehung zwischen Blut- und Lymphgefässen obwalten. Ich habe bei der Präparation des

Brusttheils der *Aorta* vom Ochsen bemerkt, wie die *Tunica adventitia* nach innen zu ein weitmaschiges Fächerwerk beschrieb, dessen freie Flächen von glattem, glänzendem Aussehen waren und in den Räumen lagen lymphatische Gerinsel. Es ist mir in hohem Grade wahrscheinlich, dass hier die *Tunica adventitia* der *Aorta* die Rolle von umspinnenden Lymphräumen hatte. Ein andres Beispiel meldet *Brücke*. Nach diesem Forscher gelangt beim Kaninchen der Chylus innerhalb Scheiden, welche um die Blutgefässe gebildet sind. (Besehe ich mir die Figur genauer, welche *Rosenthal* in den Act. Acad. Leop. XV. von der grossen Gekrösdrüse der *Phoca vitulina* geliefert hat, so will es mich bedünken, als ob auch hier der Zeichner die *Vasa lactea afferentia* aus der Scheidenhaut der Blutgefässe sich hervorbilden sah.)

§. 389.

Das über die Histologie der Lymphgefässe eben Vorgebrachte könnte dazu dienen, die bis jetzt darüber gepflogenen Streitigkeiten zu schlichten. Alle Forscher, welche früher sich mit dem Studium der Lymphgefässe speziell abgaben, bedienten sich der Methode der Injection, so *Fohmann, Panizza, Rusconi*. Schon gegen die Arbeiten *Fohmann's*, obwohl sie grosse Anerkennung fanden, machte sich der Einwurf geltend, es seien die mit Quecksilber dargestellten Lymphgefässe meist nur künstliche Räume im Bindegewebe. *Panizza* gebrauchte ebenfalls die Quecksilberinjection, *Rusconi* erstarrende Massen, da er entgegen *Panizza* aufmerksam machte, dass durch Quecksilber die Lymphgefässe zu übermässig ausgedehnt und daher difform dargestellt würden. In der Hauptsache, zunächst abgesehen von andren Differenzpunkten kommen beide insofern überein, dass bei den Amphibien ein grosser Theil der Arterien in Lymphgefässen eingeschlossen liegen. Die Arbeiten der beiden genannten italienischen Naturforscher haben später dasselbe Urtheil über sich ergehen lassen müssen, wie *Fohmann*. Es versuchte nämlich *Meyer* mit Anwendung der einfachen, anatomischen Untersuchung, des Aufblasens mit Luft und Injiciren mit Milch, die Angaben von *Panizza* zu prüfen und er kam zu dem Resultat, dass fast alle Kanäle, welche *Panizza* als Lymphgefässe beschrieb, Hohlräume im Bindegewebe, Räume zwischen Lamellen bindegewebiger und seröser Membranen und dergl. seien, so dass es schien, als ob den Werken von *Panizza* und *Rusconi* nur ein geringer Werth zugestanden werden könne und *Ecker*, indem er über die Schriften der genannten Anatomen in *Müller's* Archiv referirt, meint, es sei das Lymphgefässsystem der Amphibien, das doch ohne Zweifel existire, sehr wenig bekannt, und seine Erforschung sei eine Aufgabe der Jetztzeit. Allein insoweit ich den Lymphgefässen der Fische und Amphibien histologisch nachgegangen bin, wovon ich das Ergebniss vorhin mitgetheilt habe, möchte ich behaupten, dass *Fohmann*, *Panizza* und *Rusconi* im Rechte sind,

wenn sie daran festhielten, Lymphgefässe injicirt zu haben und dass aber auf der andren Seite die Gegner, namentlich *Meyer*, nicht minder Recht haben, wenn sie den von genannten Forschern beschriebenen Lymphgefässen lediglich die morphologische Bedeutung von Bindegewebsräumen zuerkennen. Die Lymphgefässe niedrer Wirbelthiere sind eben, wie oben aufgestellt wurde, wirklich nichts andres als Hohlgänge und Räume im Bindegewebe und es existirt in der That kein andres Lymphgefässsystem, als jenes, welches *Fohmann* und *Panizza* geschildert haben. Dass durch die Quecksilberinjectionen manche Difformitäten zu Wege kamen, thut der Sache keinen Abbruch. Auch der eigentliche Streitpunkt zwischen *Panizza* und *Rusconi*, ob nämlich das Blutgefäss im wirklichen Lumen des Lymphgefässes liege oder nur in dasselbe eingeschoben sei, wie etwa das Herz in den Herzbeutel, erledigt sich aus der histologischen Auffassung. Denn die Wand der eingeschlossenen Arterien ist nicht rein muskulös, sondern auch bindegewebig und mit diesem Bindegewebe steht die Wand des umhüllenden Lymphgefässes durch Balken und Plättchen in Continuität. Man könnte eben desswegen auch sagen, die *Tunica adventitia* der Arterien sei umhüllendes Lymphgefäss geworden.

§. 390.

Lymphherzen.

Es wurde oben erörtert, dass die Lymphgefässe der Fische und Reptilien, vielleicht auch die der Vögel, lediglich aus Bindegewebe bestehen, die der Säuger aber häufig durch den Besitz einer Muskelhaut vervollständigt sind. Vielleicht kann man damit in Zusammenhang bringen, dass bei Fischen, Amphibien und Vögeln gewisse Stellen des Lymphgefässsystemes sich mit stärkrer, quergestreifter Muskelsubstanz belegen nnd so zu Lymphherzen werden, während man bei Säugethieren dieselben bis jetzt nicht hat auffinden können. Die Lymphherzen wurden von *Joh. Müller* und *Panizza* zuerst bei den Batrachiern entdeckt und darauf bei allen Ordnungen der Amphibien nachgewiesen. (Die Schlangen, Chelonier, Saurier haben zwei, die Frösche vier oder auch, wie ich von *Ceratophrys dorsata* gezeigt, sechs, ebenso viele haben nach *Panizza* und *Meyer Salamandra* und *Triton*.) Die der Fische hat *Hyrtl* kennen gelehrt, die der Vögel *Panizza*. Die gedachten Organe bestehen aus dem bindegewebigen Grundstratum, welches auch die Innenfläche begrenzt und (wenigstens bei *Ceratophrys dorsata*) ohne Epithel war, an den Lymphherzen des *Pseudopus Pallasii* unterschied *Hyrtl* ein Plattenepithel; die Hauptmasse des Lymphherzens wird aus der quergestreiften Muskulatur gebildet, welche auch in Trabekeln vorspringt und deren Primitivbündel sich gerne verästeln.

§. 391.

Lymphdrüsen.

Lymphdrüsen, welche den Säugethieren allgemein zukommen, mangeln schon bei den Vögeln im Mesenterium und finden

sich fast nur am vordren untren Theil des Halses. Bei den Reptilien scheinen sie allerorts zu mangeln (nur beim Krokodil sollen dergleichen beobachtet worden sein) und ebenso wurden sie bisher für die Fische in Abrede gestellt. Jedoch ist an der Existenz von Lymphdrüsen bei der letztren Thierklasse nach meinen Erfahrungen nicht zu zweifeln. Ich halte für Lymphdrüsen:

1) die weisse Drüsenmasse, welche zwischen der Muskel- und Schleimhaut des Schlundes bei Rochen und Haien wahrgenommen wurde;

2) die weisse Drüsenmasse in der Augenhöhle und unter der Gaumenhaut von *Chimaera* (Müll. Arch. 1851);

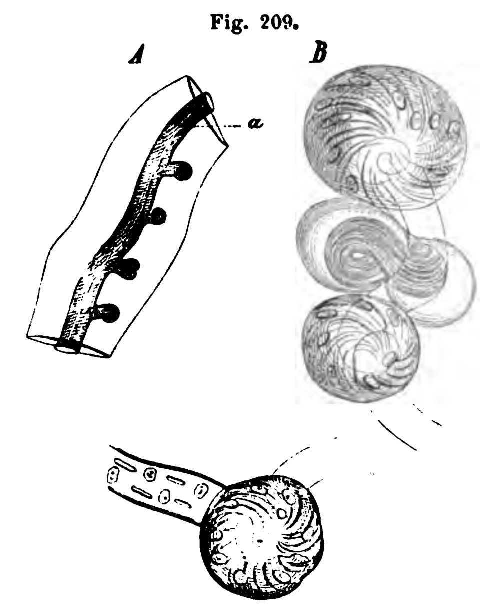
3) das von *Joh. Müller* entdeckte epigonale Organ in den Bauchfellfalten der mit einer Nickhaut versehenen Haifische;

4) die weiche, pulpöse Masse, welche beim Stör in der Schädelhöhle den Anfangstheil des Rückenmarkes deckt und bis zum Schädeldache emporsteigt. Alle diese Bildungen stimmen im äussren Habitus und im Bau vollkommen miteinander überein. Für das freie Auge erscheinen sie als gelbliche, oder weissliche, oder grauröthliche, drüsige Massen, die mehr oder weniger deutlich gelappt sind und keinen Ausführungsgang besitzen; histologisch bestehen sie aus einem Gerüst von Bindesubstanz mit Blutgefässen und zelliger Pulpe, deren Elemente sich von Lymphkügelchen nicht verschieden zeigen.

Zweifellose Lymphdrüsen sind ferner

5) die schwammige Substanz, welche die Herzkammer und den *Bulbus arteriosus* des Störs umkleidet, sowie die Drüse, welche im Communikationskanal zwischen Herzbeutel und Bauchhöhle bei demselben Fische sich findet. Sie bestehen aus einem bindegewebigen Fachwerk, das follikelartige, miteinander zusammenhängende und mit Lymphe erfüllte Räume erzeugt, wobei merkwürdig ist, dass mitten in die Lymphräume hinein ein Gefässbüschel hängt, den man schon mit freiem Auge als rothen Blutfleck erkennt. Mit dieser letztren Beobachtung sind offenbar ein paar andre von mir veröffentlichte Wahrnehmungen in Beziehung zu setzen. Bei den Plagiostomen nämlich, wo man die Blutgefässe häufig innerhalb von Lymphgefässen trifft, springen dabei in das Lumen des Lymphgefässes einfache Gefässglomeruli vor; und beim Landsalamander, wo die grössre Vene, welche von der Bauchwand zur Leber tritt, ebenfalls von einem Lymphgefäss umschlossen liegt, giebt diese Vene kleine Aussackungen in das Lumen des Lymphgefässes, die eine einfache oder mehrfache Schlinge, eine Art *Glomerulus* bilden, aber unmittelbar neben ihrem Austritt wieder in das Stammgefäss zurückkehren. Diese Erscheinungen alle weisen auf eine gewisse, innige Durchdringung von Blut- und Lymphgefässen hin.

Fig. 209.



Zu den Lymphgefässen der Amphibien und Fische.

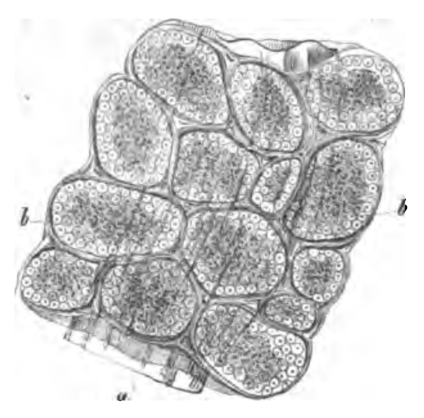
A Lymphgefäss vom Landsalamander, eine Vene (a) einschliessend, welche einfache knäuelförmige Ausbuchtungen ins Innere des Lymphgefässes abgiebt.

B Die Glomeruli, welche bei Selachiern in das Lumen des Lymphgefässes vorspringen. (A bei geringer, B bei starker Vergr.)

Endlich 6) bei manchen Knochenfischen werden die Blutgefässe des Mesenteriums nach ihrem ganzen Verlauf scheidenartig von Lymphdrüsen umhüllt. Die *Tunica adventitia* der Blutgefässe nämlich wandelt sich zu Areolen um, welche mit klaren, kleinen Zellen und (in der Mitte der Follikel) mit hellen Körnchen angefüllt sind, die den Kügelchen des Sekretes vom Pancreas ähneln. Diese Gruppirung des zellig-körnigen Inhaltes der Lymphräume erinnert an die Strukturverhältnisse der Thymus mehrer Thiere. Ich habe eine solche Organisation von *Trigla hirundo* und *Dactyloptera volitans* beschrieben (Müll. Arch. 1854, S. 323), finde jetzt auch bei einem sehr grossen Exemplar von *Cobitis fossilis*, dass die Blutgefässe zwischen Magen und Leber von Lymphdrüsenmassen umhüllt werden, die selbst mit den Venen in die Lebersubstanz sich hineinziehen, was dann der Lebersubstanz ein sehr eigenthümliches Aussehen giebt.

Die beiden Thatsachen, einmal dass die Blutgefässe innerhalb von Lymphgefässen liegen können und zweitens, dass die bindegewebige *Tunica adventitia* sich zu dem Gerüst einer Lymphdrüse umformen kann, geben einen nicht unbedeutsamen Fingerzeig über die morphologische Beziehung der Lymphgefässe zu den Lymphdrüsen. Letztre müssen gleichsam für erweiterte und durch ein bindegewebiges Flechtwerk, das bei manchen Säugern auch Muskeln enthalten soll,

Fig. 210.



Ein Stück Blutgefäss aus dem Mesenterium von Trigla hirundo.
a Blutgefäss, b die einschliessende Lymphdrüsenmasse. (Starke Vergr.)

areolär gewordene Lymphgefässe erklärt werden. Die Maschenräume (Follikel) sind mit zelligen Elementen angefüllt, welcher Inhalt dem Gebilde die solide, drüsige Beschaffenheit verleiht.

Für die physiologische Auffassung der Milz scheint mir von Belang, zu wissen, dass jene Lymphdrüsen, welche bei manchen Säugern, dem Schweine z. B., in der Brusthöhle nach dem Verlauf der *Aorta thoracica* liegen, von derselben dunkelrothen Färbung sind wie die Milz, so dass, falls sie in nächster Nähe dieses Organs lägen, recht wohl für Nebenmilzen erklärt werden könnten. Wir haben gleich in den nächsten Zeilen, wo uns die Milz der Wirbelthiere zu beschäftigen hat, hierauf zurückzukommen.

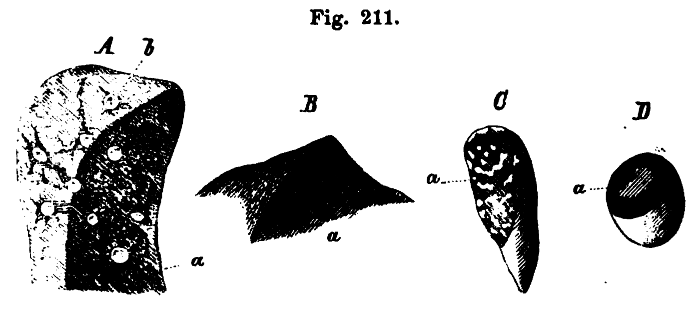
§. 392.

Milz. Die Milz, welche bei allen Wirbelthieren mit Ausnahme einiger niedrigst stehender Fische (*Branchiostoma* und *Myxine*) angetroffen wird, bietet folgende Modifikationen im Bau dar.

Die bindegewebige Hülle ist bald dicker, bald dünner, und enthält bei manchen Säugethieren (Hund, Schwein, Esel, Katze) auch glatte Muskeln eingewebt; das von der Hülle nach innen sich fortsetzende Balkenwerk ist entweder so stark entwickelt, dass man die gröberen Züge mit freiem Auge als weisse Fasernetze unterscheiden kann oder so fein, dass es erst der mikroskopischen Beobachtung sich darstellt. Die Trabekeln bestehen meist, wie die Hülle, aus Bindegewebe und elastischen Fasern, bei einigen Säugethieren (Rind, Hund, Katze, Ratte, Pferd, Schaaf, Kaninchen, Igel, nach *Gray*) auch zum Theil aus glatten Muskeln, doch scheinen die Muskeln in der Hülle und dem Balkennetz der Milz nicht über sehr viele Wirbelthiere ver-

breitet zu sein, wenigstens habe ich bei allen bisher hierauf geprüften Fischen und Amphibien am fraglichen Orte contractile Elemente vermisst. In die Räume des Fachwerkes ist die Pulpe eingebettet und diese zeigt sich als rothe und theilweise auch als weissgraue Masse. In der Regel ist die rothe Pulpe in überwiegender Menge vorhanden, während die weissgraue sich auf einzelne, kleine Stellen beschränkt und diese werden durch den Namen Malpighische Körperchen ausgezeichnet; so ist das Bild bei den meisten Säugethieren, Vögeln, manchen Batrachiern; andrerseits durchzieht die weissgraue Pulpe in dendritischer Form mit knospenartigen Vorsprüngen die rothe Pulpe, Beispiele hiefür liefert die Milz des Maulwurfes und vieler Fische; in seltneren Fällen nimmt die weissgraue Pulpe kernartig die Mitte der Milz ein und herum liegt, gleichsam wie eine Schale, die rothe Pulpe, dies kommt vor bei der Unke (*Bombinator igneus*); ebenso vereinzelt ist die Bildung, dass, wie wir es bei der Ringelnatter erblicken, die rothe Pulpe vollständig fehlt, die Milz daher weisslich aussieht und kaum einen Stich ins Rothe hat.*)

Fig. 211.



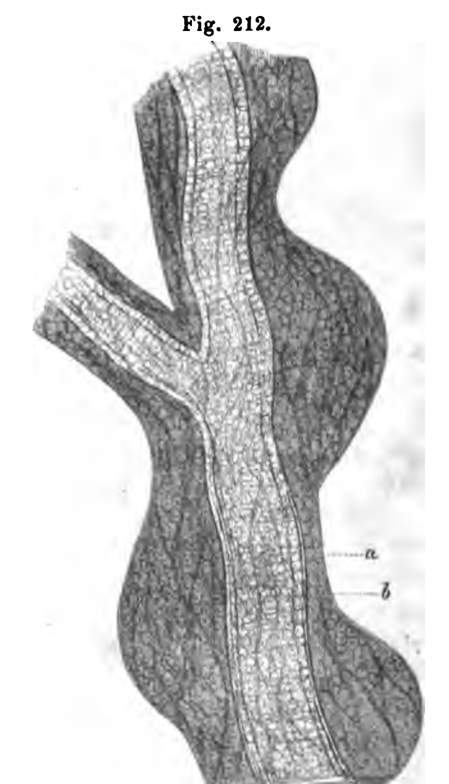
Stücke von der Milz einiger Thiere. (Natürl. Grösse.)
A Von Hexanchus griseus: a die Randvene, b die durchschimmernden und den Gefässscheiden aufsitzenden Malpighi'schen Körper.
B Von Scymnus lichia: a die Schnittfläche, auf der man die traubig gruppirten Malpighi'schen Körper unterscheidet.
C Von Acipenser: a die Schnittfläche, die weissen Flecke sind die Aequivalente der Malpighi'schen Körper.
D Von Bombinator igneus (beiläufig 3mal vergrössert): bei a die Schnittfläche und in ihr der weissgraue Kern.

Die Elemente der Pulpe selber anlangend, so besteht die rothe vorwaltend aus gefärbten Blutkügelchen und beigemischten, farblosen Zellen, letztere machen hingegen den Hauptbestandtheil der weissgrauen Pulpe aus; sehr eigenthümlich verhalten sich in diesem Punkte manche Haie, *Scymnus lichia* z. B., bei welchem die weissgraue Pulpe

*) Habe berichtigend anzumerken, dass der Mangel der rothen Pulpe in der Milz der Natter individuell ist und von bestimmten, mir nicht näher bekannten Lebenszuständen abhängt, denn an vier diesen Sommer untersuchten Exemplaren war rothe Milzpulpe zugegen.

aus Fettkörnern gebildet ist. (Auch in der Milz von Embryonen des *Spinax acanthias* waren die farblosen Zellen mit einem Ring von Fetttröpfchen umgeben.) Es ist ferner ins Auge zu fassen, wie sich das Bindegewebsgerüst der Milzbalken in der unmittelbaren Umgebung der weissgrauen Pulpe gestaltet. Da wo diese in dendritischer Form die rothe Pulpe durchsetzt, vermag man unschwer wahrzunehmen, dass eine feste Bindegewebsscheide sie umgiebt, die sich bei näherer Untersuchung als die *Tunica adventitia* der Gefässe ausweist, z. B. beim Stör. Die *Adventitia* nämlich löst sich feinmaschig auf und die Zwischenräume werden von den farblosen Zellengruppen eingenommen; stellenweise erfolgt eine stärkre Anschoppung der Lymphkügelchen, was sich dann dem freien Auge unter der Form knospenartiger Vorsprünge der weissgrauen Substanz kund giebt. Auch bei den Säugethieren kann, wie wir durch *Remak* wissen, die graue Pulpe nach Art einer streifigen Ablagerung innerhalb der *Tunica adventitia* sich anhäufen, öfter indessen sammeln sich die Zellen so an, dass

Fig. 212.



Aus der Milz des Störs.

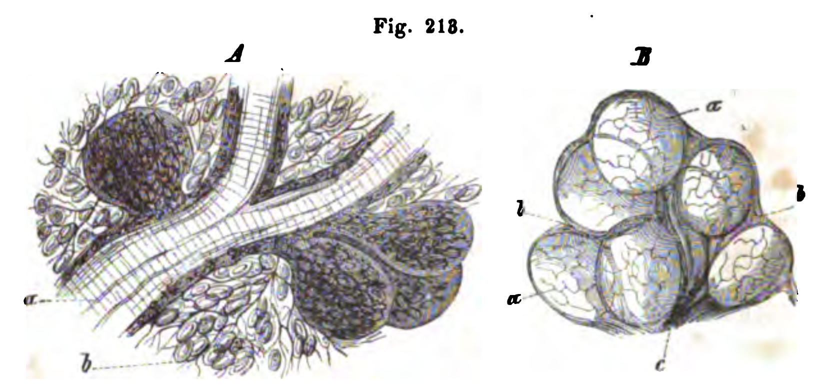
a Blutgefäss, b Tunica adventitia derselben, durch Einlagerung zelliger Elemente continuirlich aufgetrieben und dadurch Malpighi'sche Körperchen bildend.

rundliche Ballen zuwege kommen und da auch das Bindegewebe um die Zellenanhäufungen herum so fest sein kann, dass eine etwelche Isolirung möglich wird, so hat man nun dergleichen Ansammlungen farbloser Zellen für besondere Organe erklärt und mit dem Namen „Malpighi'sche Körperchen“ belegt. Allein es hängt, wie die Erfahrung darthut, lediglich von der derberen oder zarteren Beschaffenheit des Bindegewebes ab, ob man sie ausschälen kann oder nicht. — Schon bei Säugethieren finden wir häufig die Malpighischen Körper so wenig abgeschlossen, dass eine Grenze zwischen dem Bindegewebe des Malpighi'schen Körpers und des umliegenden bindegewebigen Fachwerkes nicht wahrzunehmen ist, ebenso treffen wir es bei Vögeln und Batrachiern. Selbst bei *Bombinator*, wo, man könnte behaupten, ein einziger kolossaler Malpighi'scher Körper das Centrum der Milz einnimmt, lässt sich denn doch nicht eine abschliessende Hülle nachweisen, sondern das zarte, bindegewebige Netz, das den weissgrauen Milzkern durchstrickt, setzt sich continuirlich in die rothe Pulpe fort. Den genannten Fällen gegenüber haben die Malpighischen Körper des Hexanchus, wo sie kuglige Auftreibungen der *Tunica adventitia* bilden, eine sehr scharfe Umgrenzung; nicht minder die bei der Ringelnatter, welche derbhäutige Follikel vorstellen.

§. 393.

Nach Dem, was im Voranstehenden mitgetheilt wurde und was sonst in neurer Zeit über die Struktur der Milz bekannt geworden ist, erhärtet sich immer mehr die Ansicht, dass dieses Organ mit dem Bau der Lymphdrüsen die grösste Verwandtschaft gemein hat. Es scheinen auch die mit rother Pulpe gefüllten Räume in unmittelbarer Communikation mit den Blutgefässen zu stehen und analogerweise müssen wohl die mit grauer Pulpe versehenen Partien für Lymphräume gelten. Dafür, dass die mit rother Pulpe gefüllten Cavernen der Milz mit dem Blutgefässsystem communiziren spricht ausser der Zusammensetzung der Pulpe aus gefärbten Blutkügelchen der Umstand, dass es nicht gelingt, einen unzweifelhaften Uebergang von den Capillaren der Arterien in die Venenanfänge aufzufinden, vielmehr ist das Mittelglied zwischen beiden (den Capillaren und Venen) das Areolarsystem der Milz, wozu auch einen weitren Beleg die Beobachtung giebt, dass die (bei manchen Säugern und Fischen, *Trygon* z. B.) sehr weiten Milzvenen häufig im Innren des Organes ihre Selbständigkeit verlieren, indem ihre Wände mit dem Fächerwerk der Pulpe zusammenfliessen. Die Annahme, dass die weissgrauen Stellen dem Lymphgefässsystem angehören, wird dadurch gestützt, dass auch ausserhalb der Milz die Blutgefässe in Scheiden von Lymphgefässen liegen können, wobei ferner das einschliessende Lymphgefäss (man erinnre sich an *Trigla* und *Dactyloptera*) zahlreiche Follikularräume, gewissermaassen Malpighi'sche Körperchen mit fester Kapsel entwickelt. Endlich ist überhaupt zwischen den weiss-

Fig. 218.



A Aus der Milz von Scymnus lichia. (Starke Vergr.)
a Blutgefäss, dessen Tunica adventitia sich zu vier Malpighi'schen Körperchen aufbläht, den Inhalt derselben bilden Fettkörner, b die rothe Pulpe, aus einem Fächergerüst und Blutkügelchen bestehend.

B Ein Stück Milz von Coluber natrix. (Geringe Vergr.)
a die Follikel mit der Capillarverzweigung im Inneren, b das Bindegewebe dazwischen, c ein stärkeres Blutgefäss.

grauen Pulpapartien der Milz und der Pulpe der eigentlichen Lymphdrüsen gar kein Unterschied, hier wie dort hat man ein bindegewebiges, Blutcapillaren tragendes Netzwerk und in den Lücken Ansammlungen von Lymphkügelchen, mitunter auch von *Serum lymphae;* die derbhäutigen Milzbläschen der Ringelnatter z. B. trifft man dergestalt mit Lymphflüssigkeit angefüllt, dass sie ein ganz durchscheinendes Aussehen gewinnen und über die Oberfläche der Milz hervorragend, das Organ höckerig machen. Aehnliches erblicken wir an der Lymphdrüsenmasse, welche das Herz des Störs umlagert: die Hohlräume können hier so viel Lymphserum enthalten, dass sie gleichfalls ein durchschimmerndes, pralles Aussehen haben und etwa in der Weise von den herumliegenden minder stark angefüllten Räumen abstechen, wie am Eierstock der Säugethiere ein reifer Follikel von den unreiferen.

§. 394.

Alles zusammengerechnet, könnte man zwischen der Milz und den Lymphdrüsen nur die Unterscheidungsmerkmale finden, dass die Milz rothe und graue Pulpe zugleich besässe, die Lymphdrüsen aber blos die letztere. Obschon bezüglich der Mehrzahl der Thiere diess seine Gültigkeit haben mag, ist jener Unterschied doch keineswegs ein durchgreifender, denn ich habe gezeigt, 1) dass es Milzen gibt, die wenigstens zeitweise durch Mangel jeglicher rothen Pulpe auffallen, wozu die Ringelnatter ein Beispiel liefert; 2) was mindestens von nicht geringrem Werthe ist, man stösst auf Lymphdrüsen, die zugleich mit der grauen Pulpe noch eine rothe einschliessen. Es wurden nämlich vorhin Lymphdrüsen des Schweins erwähnt, die in der Brusthöhle nach dem Verlauf der *Aorta thoracica* liegen und dasselbe dunkelrothe Aussehen haben, wie die Milz. Schneidet

man sie durch, so bietet die Schnittfläche die vollkommenste Uebereinstimmung mit der Milz dar: in einer dunkelrothen Pulpe liegen weissliche, aus Zellen bestehende Massen, gerade wie in der Milz die sog. Malpighischen Körper. Untersuchen wir darauf der Reihe nach alle die dunkelrothen Lymphdrüsen, welche am bezeichneten Orte vorkommen, so machen wir die Erfahrung, dass in manchen die weisslichen Partien sich immer mehr vergrössern und zuletzt die dunkelrothe Pulpe so verdrängen, dass in einigen dieser Lymphdrüsen ein Drittheil des Organes vollständig weisslich ist, der übrige Theil aber noch dunkelrothe Pulpe mit kleinen rundlichen, weissgrauen Partien hat. In solcher Weise erfolgt ein allmähliger Uebergang zu anderen in der Brusthöhle gelegenen Lymphdrüsen, die schon äusserlich die weissgraue Farbe besitzen und auf dem Durchschnitt sich ebenso ausnehmen. Und indem ich auf diese Organisationsverhältnisse fusse, möchte dem Schluss, den ich bereits an einem anderen Orte daraus ableitete, die Milz sei eine Art Lymphdrüse, noch immer seine Berechtigung nicht abgesprochen werden können.

Die Nerven, welche die Milz versorgen, sind allenthalben, wo ich hierauf achtete, hauptsächlich aus sympathischen (blassen oder *Remak*'schen) Fasern zusammengesetzt, und enthalten nur wenige, dunkelrandige Fibrillen. Sehr allgemein lassen sich auch dünne Nervenstämmchen, eigens für die Lymphdrüsen bestimmt, nachweisen.

Den Gedanken, dass die Bindegewebskörper die Funktion von Lymphgefässcapillaren haben können, hat bei uns zuerst *Virchow* ausgesprochen, nachdem es bereits früher *Bowman* gelungen war, die Hornhautkörper mit Quecksilber und gefärbtem Leim zu injiciren. Auch *Bowman* betrachtet sie „als eine modifizirte Form von Lymphgefässen.“ *Brücke*, welcher die selbständigen Wandungen in den Anfängen der Lymphgefässe ebenfalls läugnet, bedient sich zwar nicht des Ausdruckes: Bindegewebskörperchen, allein für Den, welcher die fraglichen Dinge aus eigner Anschauung kennt, kann kein Zweifel darüber obwalten, dass „die interstitiellen Parenchymräume“, nach *Brücke* die Anfänge der Lymphgefässe, dasselbe Object sind, was in unserer Darstellung „Bindegewebskörperchen“ oder auch wohl verzweigte Hohlräume der Bindesubstanz genannt wurde.

Die Milz theilt mit den Lymphdrüsen auch in der äusseren Gestaltung die Aehnlichkeit, dass, wie man bei Untersuchung zahlreicher Thiere derselben Art erfährt, sich leicht von ihr einzelne Theile ablösen, wodurch sog. Nebenmilzen entstehen. Ich habe dergleichen aus fast allen Wirbelthierklassen beobachtet, bei Selachiern, dem Stör, unter den Reptilien fand ich Nebenmilzen beim Proteus, Landsalamander, jüngst ferner bei der Feuerkröte, dem Haushahn, nach *Meckel* kommt auch beim indischen Casuar, beim Strauss ein solches Zerfallen der Milz in mehre Lappen vor, unter den Säugethieren bei Cetaceen (Delphin, Narwal).

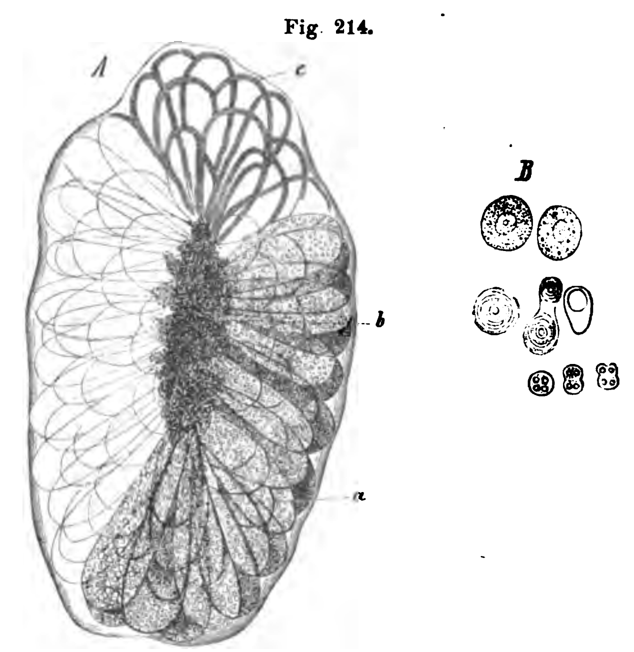
§. 395.

Thymus.

Den Lymphdrüsen schliesse ich die Thymus an, ein bekanntlich weiches, lappiges Organ, welches bei Fischen, Reptilien, Vögeln und Säugethieren gefunden wurde. Es besteht überall aus einem gefässreichen Bindegewebsgerüst, das follikelartige Abtheilungen begrenzt, und letztere bergen eine weiche Pulpe. Die Elemente der Pulpe

machen der Hauptmasse nach farblose Zellen aus, von Lymphkügelchen nicht unterscheidbar; dazwischen durch bemerkt man einzelne geschichtete Körperchen, welche ich noch bei den Amphibien antreffe, bei Fischen aber bisher vermisse.

Fig. 214.



A Die Thymus des Frosches: a die Schläuche derselben, b der Centralraum, c die Blutgefässe der Schläuche. (Mässige Vergr.)
B Zellige Elemente der Thymus vom Frosch und Salamander. (Starke Vergr.)

Einen wohl sehr constanten Charakter der Thymus bildet ferner das Vorhandensein einer geschlossenen Centralhöhle, oder wenn das Organ in selbsständige Lappen zerfällt, mehrer Centralräume; ringsherum sitzen die Follikel und der Raum ist mit den gleichen zelligen Theilen, wie die Follikularmaschen selber angefüllt.

Eine merkwürdige Erscheinung hat *Remak* an der Thymus junger Katzen wahrgenommen. Er fand als Anhänge der Thymusläppchen gestielte Wimperblasen, deren Wand aus einer festen, bindegewebigen Schicht und aus einem mit schwingenden Wimpern besetzten Epithel besteht.

§. 396.

Für die Stellung der Thymus hier unter den lymphdrüsenartigen Organen redet 1) die Aehnlichkeit im Bau mit den Lymphdrüsen: die Thymus hat keinen andren Ausführungsgang, als ihre Blut- und Lymphgefässe; das Verhalten ihres bindegewebigen, gefässtragenden Fachwerkes zu der eingeschlossenen Pulpe ist wie bei den genannten

Gebilden und selbst das Vorkommen eines Centralraumes findet ein gewisses Analogon in jenen Lymphdrüsen, welche bei den *Triglen* (s. oben) die Blutgefässe des Mesenteriums scheidenartig umhüllen. Auch dort nämlich sehen wir den Follikularraum nicht gleichmässig erfüllt, sondern an der Peripherie liegen die klaren, kleinen Lymphzellen, während in der Mitte der Alveolen kleinere, helle Körnchen, gleichsam wie ein Secret, dicht angehäuft sind. Aber auch bei der Thymus steht der Centralraum zu den Follikeln in keiner andren Beziehung, als in der eines Behälters des Secretes; 2) die zelligen Elemente der Pulpe der Thymus weisen durch ihre ein- oder mehrfach eingeschnürten Formen ebenso auf eine Vermehrung durch Theilung hin, wie die Zellen der Lymphdrüsen, der Milz, welchen Vorgang man wegen Grösse der Elementartheile besonders bequem beim Landsalamander wahrnehmen kann; 3) die Lymphdrüsen sind bei Kindern und jungen Leuten weicher und voluminöser als bei Erwachsenen, auch diese Eigenschaft theilt die Thymus mit den genannten Organen und zwar nicht blos bei höheren Wirbelthieren, sondern auch von Batrachiern habe ich mich überzeugt, dass die Thymus der Froschlarven grösser ist und viel mehr von zelligen Elementen überfüllt, als in späterer Lebenszeit. (Ihre Entwicklung ist bei Batrachiern überhaupt, namentlich beim *Proteus*, individuellen Schwankungen unterworfen, da sie an dem einen Thier viel massiger und gelappter gefunden wird, als bei dem andren.)

Zur Zeit, in der *R. Wagner* sein Lehrbuch der vergleichenden Anatomie schrieb (1834), schien es, wie wenn die Thymus nur bei Säugethieren vorkomme. *Simon* hat dann die Existenz derselben auch bei Vögeln und Reptilien dargethan, doch sind dabei einige Verwechslungen untergelaufen. Er hat offenbar die Thymus des Frosches nicht gekannt, wenn er von einem Organ spricht, was über der Herzbasis liegen soll und später in Fett übergehe; auch die Theile, welche *Ecker* die Thymus des Frosches nennt, können auf diese Bezeichnung keinen Anspruch machen, da, wie ich (1853) gezeigt habe, die ungeschwänzten Batrachier (*Rana*, *Bufo*) an derselben Stelle eine wahre Thymus besitzen, wo sie auch bei den geschwänzten Batrachiern (*Menopoma*, *Amphiuma*, *Menobranchus*, *Siredon*, *Proteus*, *Salamandra*, *Triton*) ruht, d. i. im Nacken, unmittelbar unter der Haut, am hinteren Ende des Kopfes. Auch bei Fischen hat sie die gleiche Lage. Für die Plagiostomen ist es die Drüse, welche *Ecker* und *Robin* zwischen den Seitenmuskeln und der Kiemenhöhle vor dem Schultergürtel gefunden haben; beim Stör sind es die sog. *Folliculi branchiales*, welche an der hinteren Grenze der Kiemenhöhle vor dem Schultergürtel liegen; bei den Knochenfischen sind es ebenfalls die sog. *Folliculi branchiales*, und wenn diese fehlen, die Drüse, welche bei *Gadus*, *Lota vulgaris*, *Pleuronectes platessa*, *P. flesus*, *Rhombus maximus*, *Lophius piscatorius* unter der die Kiemenhöhle auskleidenden Haut in der Gegend der häutigen Commissur liegt, welche den Kiemendeckel mit dem Schultergürtel verbindet.

Ueber die Struktur der sog. Winterschlafdrüse mancher Säugethiere (Murmelthier, Igel etc.) sind mir keine neueren Untersuchungen bekannt. Sie scheint ebenfalls eine Art Lymphdrüse zu sein. Nach *Valentin* (Beitr. z. Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere in *Moleschott's* Unters. zur Naturlehre

des Menschen u. d. Thiere Bd. I) findet sich beim Murmelthier eine ähnliche drüsige Masse wie die Winterschlafdrüse längs den Seitenflächen der Brustwirbel und neben und vor den Grenzsträngen des sympathischen Nerven und erstreckt sich bis nach der Unterleibshöhle hinab.

Achtunddreissigster Abschnitt.

Vom Gefässsystem der Wirbellosen.

§. 397.

Beschaffenheit des Muskelfleisches

Ein pulsirendes Centralorgan oder herzartige Abschnitte am Gefässsystem finden sich sehr verbreitet bei Arthropoden, Mollusken, Ringelwürmern, manchen Echinodermen. Die Hauptsubstanz des Herzens wird jederzeit vom Muskelgewebe gebildet und es ist hervorzuheben, dass, obschon die Muskulatur immer im Wesentlichen, in der Frage also, ob glatt, ob quergestreift mit der Muskulatur des Stammes übereinstimmt, doch meist etwas im feineren Verhalten von der Leibesmuskulatur abweicht. Bei Insekten, Spinnen, Krebsen ist das Muskelgewebe des Herzens entsprechend den Stammmuskeln exquisit quergestreift, bei den anderen Gruppen entweder glatt oder in den manchfachen Uebergangsformen vom Reinglatten bis zur vollkommnen Querstreifung begriffen. Es wurde oben bei den Wirbelthieren bezüglich der Herzmuskulatur darauf hingedeutet, dass die Primitivbündel durch eine gewisse dunklere, gekörnelte Beschaffenheit von den Skeletmuskeln abstechen und das wiederholt sich hier bei Arthropoden und Mollusken in ganz gleicher Weise, und macht die Differenz, falls die Muskulatur des Herzens einige Dicke hat, schon für das freie Auge auffällig. So hebt sich bei Mollusken das Herz durch gelbliche Farbe sehr gewöhnlich von den glashellen Muskeln des Stammes ab, ähnlich ist es auch bei Spinnen, vielen Insekten u. a.

Wo das Herz eine mehr schlauch- oder gefässartige Form hat, wie bei Annulaten, niedren Krebsen, Spinnen und Insekten, scheinen die Primitivcylinder immer ungetheilt zu sein, und legen sich ringförmig um das Organ, manchmal kommen zu den circulären Fasern auch Längszüge. Die Primitivcylinder bestehen aus zarter Hülle und Inhalt, wovon der letztre bei Ringelwürmern (*Haemopis* z. B.) eine Scheidung in helle, homogene Rinde und körnige Achsensubstanz zeigt und in dieser bemerkt man wieder einen schönen, blasigen Kern, je einen für einen Cylinder. Bei *Echinus* und den Mollusken ist der von zarter Hülle umschlossene Inhalt des Primitivcylinders einfach körnig-

bröcklig und die Körnchen erscheinen auch mitunter so regelmässig gelagert, dass man lebhaft an Querstreifung erinnert wird, bis denn im Herzen der Arthropoden selbst in den niederen Formen derselben (Entomostraken, sehr deutlich z. B. noch bei *Polyphemus*) diese letzte histologische Sonderung mit aller Schärfe eingetreten ist. Dem Seeigel (*Echinus*) ist es eigen, dass zwischen den Muskeln braune Körnerklumpen liegen, die das Herz schon für das freie Auge stark braun pigmentirt erscheinen lassen.

Ist das Herz fleischiger geworden, wie bei Mollusken und den höheren Krebsen, so gestaltet sich auch der Verlauf der Muskelbündel manchfaltiger, er wird geflechtartig, und es entstehen trabekelähnliche Stränge. Damit steht in Zusammenhang, dass die Primitivcylinder jetzt sich theilen und anastomosiren, wie im Herzen der Wirbelthiere.

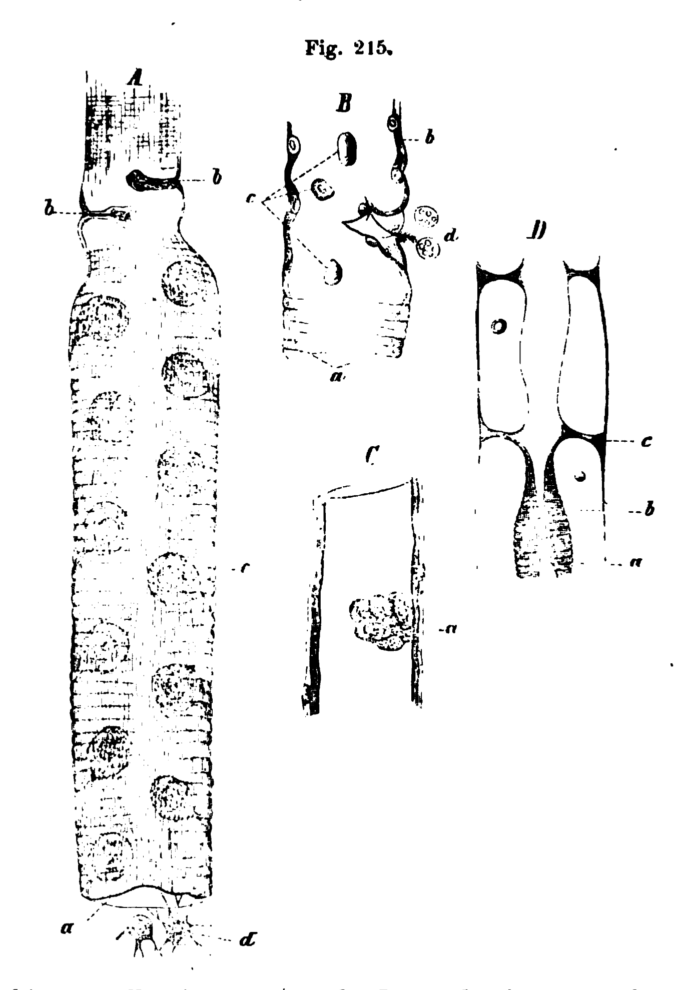
§. 398.

Endocardium. Herzklappen.

Nach innen wird die Herzmuskulatur überzogen von einer feinen Haut, dem Endocardium, über deren eigentliche histologische Natur ich noch nicht recht ins Klare gekommen bin, bald nämlich glaubt man ausser der Bindesubstanz noch ein wirkliches Epithel vor sich zu haben (z. B. bei *Paludina vivip.*), bald macht sie nur den Eindruck von einer homogenen Haut mit eingestreuten Kernen (Larven von *Corethra plumicornis* z. B.); oder sie präsentirt sich endlich als wirkliche, homogene *Intima* (z. B. in der Raupe von *Bombyx rubi*). Ich möchte mich auch lieber dahin neigen, das *Endocardium* einfach für die flächenhafte Ausbreitung der Bindesubstanz zu halten, welche das Gerüst des Herzens bildet, wofür spricht, dass, wie wir sehen werden, diese Haut unmittelbar in das Bindegewebe der Organe übergeht, nachdem die Gefässe ihre Selbstständigkeit verloren haben. Die Frage nach dem Epithel muss einstweilen noch für eine offne erklärt werden.

Die klappenartigen Vorrichtungen, welche in die Lichtung des Herzens ragen, sind entweder Duplikaturen der bindegewebigen *Intima*, in welche sich auch Muskeln erstrecken können, oder es fungiren als Klappen eigenthümliche zellige Gebilde. So verrichten, wie ich bekannt gemacht habe, in der hintersten Kammer des Herzens der Larve von *Corethra plumicornis* sechs bis acht Paar gestielter Zellen die Dienste von Klappen, sie stehen alternirend, eine demnach immer etwas höher als die andre, wodurch bei der Systole des Herzens zwei zusammengehörige Klappen dicht hinter einander zu liegen kommen und das Lumen der Kammer vollständig absperren. Es ist sehr wahrscheinlich, dass noch andre Insekten mit ähnlichen Apparaten ausgestattet sind, ich habe wenigstens im Herzen der Raupe von *Bombyx rubi* nach innen von der *Tunica intima* von Stelle zu Stelle sehr grosse Zellen wahrgenommen, die vielleicht ebenfalls Herzklappen vorstellen mögen, doch ist hier die Untersuchung ungleich schwieriger als bei *Corethra*.

Fig. 215.



A Die hinterste Herzkammer von der Larve der Corethra plumicornis: a die hintere Oeffnung, b die seitlichen Spalten an der Uebergangsstelle in die zweite Kammer, c die einzelligen Klappen, d zwei Blutkügelchen.

B Ein Stück Herz von Branchipus mit Einstellung des Fokus auf eine seitliche Oeffnung: a Ringmuskeln des Herzens, b eigentliche Haut des Herzens mit einzelnen Kernen, c frische, d mit Essigsäure behandelte Blutkügelchen.

C Ein Stück Rückengefäss von Piscicola: a eine zellige Klappe.

D Ein Stück Rückengefäss von Piscicola in der Systole: a das Rückengefäss, b der das Herz umgebende Raum, in dem Blutkügelchen strömen, c Verbindungsstränge zwischen beiden. (Starke Vergr.)

Ein Seitenstück zu diesen einzelligen Klappen im Herzen der Insekten liefern die mehrzelligen Herzklappen gewisser Hirudineen; bei *Piscicola, Clepsine, Branchellion* und *Pontobdella* treten in das gefässartige Herz (Rückengefäss) abstandsweise weiche gelappte Körper vor, die bei der Contraction des Herzens dasselbe wie in einzelne

Kammern abtheilen. Auf ihren Bau betrachtet, bestehen dergleichen Klappen aus einem Haufen von feinkörnigen, mit Kern und *Nucleolus* versehenen Zellen, durch eine weiche Verbindungsmasse zu einem Ballen zusammengehalten. Von verwandter Art sind vielleicht auch die zwei Klappen, welche *Gegenbaur* zwischen dem Kopf und Mantelsinus der *Hyalaea* auffand: von fast kugelrunder Gestalt sitzen sie mit einem kurzen Stiel der Wand an und bestehen aus einer zarten, strukturlosen Hülle und feingranulirter Masse, hie und da „mit kernähnlichen Gebilden".

§. 399.

Herzbeutel

Ein Gegenstand, welcher noch weitere Untersuchungen erheischt, ist der sog. Herzbeutel (*Pericardium*) der Wirbellosen. Er ist entweder ein selbständiger aus Bindegewebe gebildeter Sack, wie bei vielen cephalophoren und acephalen Mollusken, oder es zeigt sich, wie bei *Paludina vivipara*, kein freier Herzbeutel, sondern die bindegewebige Haut, welche den weiten, das Herz umschliessenden Raum begrenzt, erscheint mit den umgebenden Organen innig verwachsen. Anfangs meinte ich ein paar Oeffnungen wahrzunehmen, welche in diesen Raum führten, und es lag daher die Annahme nahe, den Herzbeutel für einen Blutsinus zu halten, was sich aber nicht bestätigen wollte. Hingegen ist es für die höheren Krebse nachgewiesen, dass der sog. Herzbeutel als Blutbehälter fungirt und zur Aufnahme des aus den Kiemen kommenden Blutes dient. In wie weit bei Arthropoden und Mollusken eine ähnliche Einrichtung verbreitet ist, muss die Folgezeit lehren, doch vermag ich für jetzt schon anzugeben, dass bei den Entomostraken (*Daphnia*, *Lynceus* z. B.) dem Herzbeutel die gleiche Bedeutung zugesprochen werden muss; und auch bezüglich der Insekten nehme ich eine analoge Organisation an. Bei diesen Thieren nämlich sehen wir das Herz von einer eigenthümlichen Masse umhüllt, welche manche Zootomen, *R. Wagner* z. B., als zellige Schicht des Herzens unterscheiden, und welche ausser einer hellen, homogenen Grund- und Verbindungssubstanz aus grossen Zellen besteht, die bei den verschiedensten Coleopteren und Orthopteren einen gelbkörnigen, bei *Locusta viridissima* einen grünkörnigen Inhalt haben; bei *Spinax pinastri* ist diese zellige Masse um das Herz heller als sonst, der Zelleninhalt leicht gelblich, feingranulär. In die helle Bindesubstanz verlieren sich die Scheiden der dreieckigen, hautartig ausgebreiteten Flügelmuskeln, welche das Herz an die Leibessegmente befestigen. Ich habe nun in jüngster Zeit bei einigen Käfern (*Blaps mortisaga* z. B.) Beobachtungen gemacht, welche mir darthun, dass diese äussere Umhüllung des Herzens wie eine Art Blutsinus sich verhält, aus dem erst das Blut in das Herz eintritt; mehre Schriftsteller gaben schon früher dasselbe an. Ferner dürfte der Herzbeutel der Cephalopoden ebenfalls Blutraum sein, da er bei *Nautilus* in die Abdominalhöhle, bei den übrigen Cephalopoden in die grosse Hohlvene

einmünden soll. Auch der Herzbeutel von *Echinus* ist ein Blutraum, denn ich sah in ihm dieselben hellen Körperchen innerhalb eines klaren Fluidums treiben, wie sie sich in den Blutgefässen finden. Endlich kann ich nicht umhin, auch daran zu erinnern, dass bei manchen Hirudineen, z. B. bei *Piscicola*, *Clepsine* das herzartige Rückengefäss in einem Blut- oder Lymphsinus liegt, von dessen Wand in grösseren Zwischenräumen sich Fäden zum Herzen herüberspannen.

Die sog. Kiemen- oder Nebenherzen der Cephalopoden entsprechen dem contractilen Harnorgan andrer Wirbellosen, wovon nachher. — In den Schienbeinen mehrer Wasserwanzen werden eigenthümliche bewegliche Lamellen, welche auf die Blutströmungen im Körper einwirken sollen, beschrieben *(Behn, Verloren)*; so viel ich indessen an jungen *Naucoris* sehen kann, sind diese vermeintlichen „pulsirenden Organe" blos die Zuckungen hier sich ansetzender Muskeln, wie auch bereits *v. Siebold* die Erscheinung erklärt hat, obschon es dann immerhin merkwürdig bleibt, warum gerade an diesen Stellen die Muskeln des Beines ihre Zuckungen so regelmässig wiederholen. Auch die von *van Beneden* (Froriep's Notiz. Bd. 37) an Nymphen beschriebenen eigenthümlichen, rhythmisch sich contrahirenden Membranen, welche innerhalb der Basis der Beine angebracht seien, und von denen der Impuls zu den Blutströmungen in den Extremitäten ausgehen soll, möchten wohl ebenfalls nur solche Muskelcontractionen gewesen sein.

§. 400.

Peripherische Gefässe.

Die Gefässe haben sich bei Wirbellosen in sehr verschiedenem Grade von der allgemeinen Bindesubstanz der Organe individualisirt, mitunter so wenig, dass für ganze Thiergruppen die Lehre aufgestellt wird, das Blut circulire frei durch die Interstitien des Parenchyms.

Ein sehr selbständiges Gepräge legen noch die Blutgefässe der Ringelwürmer (Hirudineen, Chaetopoden etc.) an den Tag, was sich bis in die feineren Verzweigungen erstreckt. Die vom Rückengefäss (Herzen) abgehenden Aeste haben auf grössere oder geringere Strecken weit im Wesentlichen den Bau des Rückengefässes, d. h. bestehen aus einer bindegewebigen, scharfconturirten *Intima* und um diese herum legen sich Muskeln, welche stellenweise eine solche Entwicklung haben, dass die Gefässe auf weithin herzartig pulsiren. Die *Muscularis* hat Ring- und Längenmuskeln (*Hirudo* z. B.), die aber beide nicht streng circulär und longitudinal verlaufen, sondern an Flechtwerke erinnern. Die Fasern der Ringmuskeln sind breiter als die der Längsmuskeln. Zu äusserst kommt eine weiche, bindegewebige Hülle (*Adventitia*) mit einzelnen Kernen und ist öfters pigmentirt, z. B. an den Stammgefässen bei *Haemopis*. (Etwas eigenes sind bei *Lumbriculus variegatus* die blind endigenden, contractilen Aussackungen, welche das Rückengefäss jedem Leibessegment entsprechend abgiebt. Nach dem Vorderleibsende zu werden diese Gefässfortsätze zahlreicher, länger und bilden damit ganze Quasten. In ihrer *Adventitia* liegen

scharfconturirte Körperchen und daher sind sie theilweise auch ganz dunkel gefärbt. Sie haben die *Muscularis*, und alle Zotten eines Quastenpaares contrahiren sich gleichzeitig.)

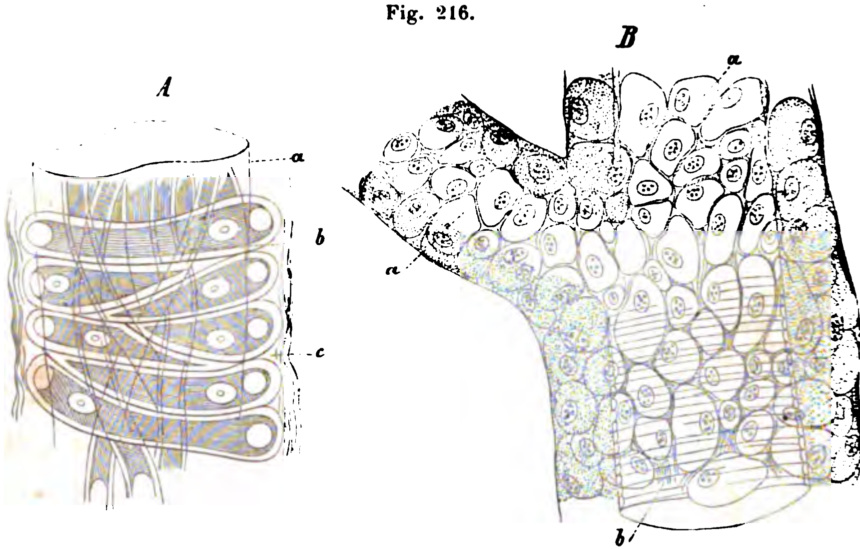
Wo die Gefässe nichts mehr von Contractilität zeigen, bestehen sie lediglich aus der homogenen, scharfgezeichneten *Intima* (letztere ist z. B. am Bauchgefäss von *Piscicola* von ziemlicher Dicke und hat einen Stich ins Gelbliche) und aus der zarten *Adventitia*, welche den Charakter von gewöhnlicher Bindesubstanz darbietet. Am Bauchgefäss von *Clepsine* und *Piscicola* bemerkt man noch die Eigenthümlichkeit, dass nach der Länge des Gefässes ein längsgestreiftes Band zieht, gegen welches sich die *Intima* in feinere und gröbere Ringsfalten legt, wodurch das ganze Gefäss einem Stück des Grimmdarmes der Säugethiere ähnelt. Bei *Clepsine* sind zwei solche einander gegenüber stehende *Ligamenta* zugegen. Ein Epithel des Gefässlumens fehlt. Beim Regenwurm ist die *Intima* des Stammgefässes der Bauchseite eine sehr starke, strukturlose Membran, nach der Länge sich in grosse Falten legend und auch nach der Quere fein gestrichelt, was wahrscheinlich auf Faltenbildung beruht. Die *Adventitia* enthält ausser vielen Kernen noch zahlreiche, scharfgezeichnete Körnchen eingestreut. Zu innerst sah man noch vereinzelte, blasse Kerne, die wahrscheinlich von Blutkügelchen herrührten.

§. 401.

Unter den Weichthieren, namentlich bei Schnecken und Tintenfischen, bewahren noch die *Aorta* und ihre Verästelungen eine sehr ausgesprochene Individualisirung, und der Bau ist im Wesentlichen dem vorherbeschriebenen der Ringelwürmer gleich; man hat demnach zu innerst eine *Intima* zur Ansicht, hyalin oder auch feinkörnig (bei *Paludina viv.* z. B.), auch sich gern in Längsfalten legend (*Sepiola* z. B.), weiter nach aussen folgt die *Muscularis*, deren contractile Elemente entweder bloss einfach circulär oder auch geflechtartig gelagert sind, und als dritte Haut kommt die bindegewebige *Adventitia*, deren spezielles Aussehen sich nach der Beschaffenheit richtet, welche die Bindesubstanz des betreffenden Thieres hat, daher bei Sepien z. B. von demselben lockig-gestreiften Habitus ist, wie bei den Wirbelthieren, hingegen aus grossen Zellen zusammengesetzt bei unseren *Helices*, *Paludina*, deren Bindegewebe wir unter dieser Form kennen. Wie bei niederen Wirbelthieren, kann sich auch bei Wirbellosen Pigment in diese Haut absetzen, bei *Arion* Kalk, und zwar in so reichlicher Menge, dass die Gefässe für das freie Auge weiss gefärbt und dadurch sehr auffällig werden.

Allmählig gegen die peripherische Verzweigung zu schwinden die Muskeln oder hören auch wohl plötzlich auf, wenn ein stärkeres arterielles Gefäss in einen grösseren venösen Hohlraum sich öffnet. In beiden Fällen gehen bloss die *Intima* und *Adventitia* continuirlich in das Bindegewebsgerüst der Organe oder in das interstitielle Binde-

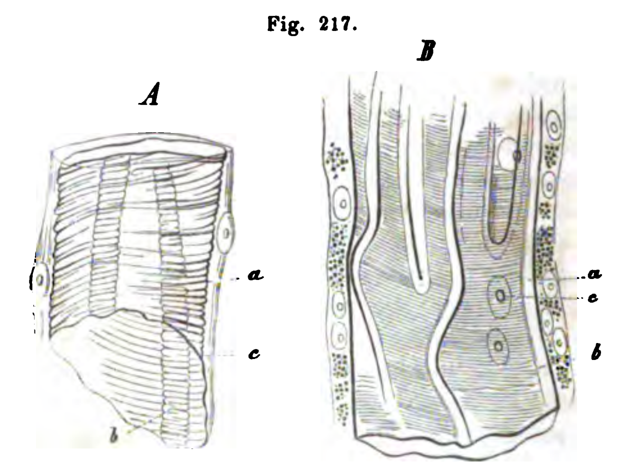
Fig. 216.



A Stück eines contractilen Gefässes von Hirudo: a Intima, b Muskularis, c Adventitia.

B Ein Stück Aorta von Helix pomatia: a äussere glashelle Zellenschicht oder Adventitia, b die Ringmuskeln. (Starke Vergr.)

Fig. 217.



A Stück Bauchgefäss von Clepsine: a die Intima mit den eigenthümlichen Längsbändern b, c die Adventitia.

B Dasselbe vom Regenwurm: a Intima (in einzelne Falten gelegt), b Adventitia, c ob veränderte Blutkügelchen? (Starke Vergr.)

gewebe über, was zur Folge hat, dass von eigener Gefässwand, wenigstens nicht im gewöhnlichen Sinne, mehr geredet werden kann, wesshalb man sich bis jetzt gewöhnlich so ausdrückt, jene Blutbahnen, welche mit dem Capillarnetz der Wirbelthiere auf gleicher Stufe stehen, seien Lücken oder Lakunen im Leibesparenchym. Es darf jedoch im Hinblick auf den gegenwärtigen Stand der Histologie nicht ver-

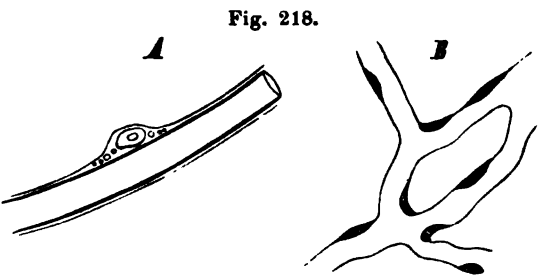
gessen werden, dass, wenn man der Sache recht genau nachgeht, die Differenz, welche zwischen einem geschlossenen Gefässsystem und einer interstitiellen Blutbahn aufgestellt wird, nicht strenge begründet ist. Schon bei den Vertebraten können, wie angegeben wurde, gar manche Capillaren, und selbst grosse Venenräume, so wenig von der umgebenden Bindesubstanz abgemarkt sein, dass die Capillaren nur auf dem Range von Bindegewebskörperchen stehen, und selbst die grösseren venösen *Sinus* bloss die morphologische Bedeutung von umfänglicheren Hohlräumen der Bindesubstanz beanspruchen können. Andere Autoren sprechen in solchen Fällen von einem „lückenhaften Gefässsystem", wie z. B. *Quatrefages* von dem des *Ammocoetes*. Und eine derartige Degradation der peripherischen Gefässe ist nun Regel bei den Weichthieren. Nachdem die arteriellen Verästelungen muskellos geworden sind, geht alsbald die bindegewebige Gefässwand in das Bindegewebe der Organe oder in das interstitielle Bindegewebe über, welch' letzteres an dem einen Ort sich maschig durchkreuzt, an dem anderen grössere Hohlräume umschreibt, immer aber so, dass die Räume die Fortsetzungen der Gefässlichtung bilden. Wenn ich daher auch den Namen Lakune gebrauche, so verstehe ich darunter nicht „wandungslose Höhlen", sondern Höhlen und Kanäle, deren Begrenzung zwar Bindesubstanz ist, aber ohne von dem übrigen Bindegewebe abgeschieden zu sein; es kann vielmehr die andere Fläche der bindegewebigen Wand, vielleicht die *Tunica propria* einer Drüse, oder das Sarcolemma eines Muskels, das Neurilem u. dergl. vorstellen. Häufig, wie z. B. bei *Paludina* zwischen den Leberfollikeln oder bei den Cephalophoren und Acephalen wohl durchweg im Fuss, durchstricken auch Muskeln das Balkenwerk der blutführenden Bindegewebshöhlen. An den venösen Kanälen, welche aus den Interstitien des Leibes das Blut zu den Respirationsorganen und dem Herzen zurückleiten, ordnen sich die Muskeln in bestimmten, das Gefässlumen umkreisenden Geflechten, so dass wieder eine etwelche Selbständigkeit dem Gefässe zuerkannt werden darf.

Bei den Salpen, einigen Ptero- und Heteropoden (*Cymbulia*, *Tiedemannia*, *Pterotrachea*) wird der ganze Nahrungskanal sammt der Leber und den Geschlechtsorganen von einer besonderen membranösen Hülle eingeschlossen und bildet den sogenannten *Nucleus* dieser Thiere. Die fragliche Hülle ist eine homogen-streifige Membran von hoher Elasticität und ist durchbrochen von zahlreichen Oeffnungen, von denen *Gegenbaur* gezeigt hat, dass durch sie das Blut aus dem Eingeweidesack (*Nucleus*) in einen letzteren umgebenden Blutsinus strömt.

In seltenen Fällen können sich auch bei den Weichthieren und Ringelwürmern die peripherischen Blutwege unter dem Bilde wirklicher Capillaren vom Bindegewebe absetzen. Wir erfahren nämlich durch *v. Hessling*, dass die Falten und vorspringenden Blätter

der Niere von *Anodonta* ein Capillargefässnetz tragen, welches die grösste Aehnlichkeit mit den Gefässwindungen, Gefässknäueln in den Nieren der höheren Thiere habe. Dann lösen sich zweitens bei den Cephalopoden die Arterien in sehr vielen Körpertheilen (mir bekannt aus Muskeln, Hoden, Auge, Sehnerven, äussere Haut etc.) in echte Capillaren auf, bestehend aus einer einzigen homogenen Haut und länglichen von Stelle zu Stelle angebrachten und oft etwas buckelförmig in's Innere vorspringenden Kernen. Endlich sind beim Regenwurm und den Egeln echte Capillaren leicht zu demonstriren.

Fig. 218.



A Stück von einem feineren Gefäss, das den Capillaren nahe steht, von Piscicola.
B Wirkliche Capillargefässe von Sepiola. (Starke Vergr.)

§. 402.

Nebenherzen.

Gleichwie bei Wirbelthieren durch partiell verstärkten Muskelbeleg Nebenherzen am Gefässsystem hervorgebracht werden, so wiederholt sich das auch bei Wirbellosen; ausser den schon erwähnten pulsirenden Gefässbogen der Annulaten zählen z. B. hierher die accessorischen Herzen, welche *Hancock* an der Wurzel der grossen Flossenarterien bei *Ommastrephes todarus* auffand; auch die Beobachtung *Gegenbaur's* ziehe ich hier an, dass bei *Hyalea* die zu den Flossen aufsteigende *Aorta* „auffallend contractil" sei, und „es kommt hier gleichsam die Contractilität der Gefässwand dem Herzen zu Hülfe und unterstützt die Weiterbewegung des Blutstroms zu den Flossen." Die muskulösen Elemente, welche *Gegenbaur* an der bezüglichen Stelle vermisste, dürften doch wohl noch gefunden werden.

§. 403.

Arthropoden.

Anlangend die Arthropoden (Krebse, Spinnen, Insekten), so sind auch bei den höheren Formen der Krebse und vieler Arachniden die vom Herzen abgehenden Gefässe auf grössere oder geringere Strecken weit mit differenzirten Wandungen (*Intima*, *Muscularis* und *Adventitia*) versehen. Im weiteren Verlauf schwinden zuerst die Muskeln, das Gefäss beschränkt sich zuerst auf die bindegewebige Wand und weiterhin findet die Verschmelzung mit der Bindesubstanz der Organe und dem interstitiellen Bindegewebe statt. Das Blut strömt jetzt in den Bindegewebslücken, doch sehe ich, dass bei höheren Krebsen (*Astacus fluviatilis*) an manchen Orten, z. B. in der gallertig

verdickten weichen Hautlage, welche sich unter dem Schalendach der Kiemenhöhle findet, noch wirkliche Capillaren sich erhalten, die bei beträchtlicher Weite eine scharfgezeichnete *Intima* und zartere kernhaltige *Adventitia* besitzen; niedere Krebse haben von selbständigen Gefässen höchstens eine kurze *Aorta*, als Ausläufer der vordersten Herzkammer.

Auch bei Insekten lassen sich an einzelnen Orten Blutbahnen beobachten, welche den Capillaren ganz ähnlich sind: in den Flügelstummeln einer *Semblislarve* z. B. sah ich das Blut in scharf abgegrenzten Wegen circuliren, welche ganz den Eindruck von wirklichen Capillaren machten, und was noch ferner merkwürdig war, es gingen seitlich feinere Zweige ab, die keine Blutkügelchen mehr aufnehmen konnten und die letzten Ausläufer von diesen schienen mit den Porenkanälen der Haut zusammenzuhängen, so dass auch hier das Blut mit von aussen eingedrungenem Wasser sich mischen könnte, ohne dass dabei Blutkügelchen zu Verluste gingen, da diese nur in den weiteren Gefässstämmchen zu kreisen vermögen. Auch *G. Carus* zeichnet in seinen „Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie" die „Adern" in den Flügeln der *Semblis bilineata* mit scharf sich abgrenzenden Conturen, und zwar ganz anders, als er die „Blutbahnen" der *Agrion puella* und *Ephemera vulgata* darstellt. Weniger richtig finde ich hingegen seine Abbildung der Blutströme vom Brustschilde der *Lampyris spendidula*, da sie ganz markirt gezeichnet sind, während sie in Wirklichkeit nur lakunär sich ausnehmen. (Schön sieht man auch und auf die gleiche Weise die Blutcirculation in den vorspringenden hellen Rändern der Bauchschienen beim Weibchen.)

§. 404.

Gefässepithel.

Oben bereits, als von der Gefässstruktur der Wirbelthiere die Rede war, konnte ich nicht umhin, bezüglich der Constanz des Gefässepithels einige Bedenklichkeiten einzustreuen, die sich mir noch lebhafter in Anbetracht der Wirbellosen aufdringen. Ich habe bis jetzt weder bei Würmern, noch Weichthieren, noch den Gliederfüsslern ein zweifelloses Gefässepithel wahrnehmen können und möchte daher das Vorhandensein desselben fast in Abrede stellen. Von *Paludina vivipara* hatte ich freilich früher angegeben, dass die Kiemengefässe „eine Art Epithel von sonderbaren, mit ungleich dicker Wand und kleinem glänzenden Kern versehenen Zellen" besitzen. Allein wenn ich jetzt die damals gefertigten Zeichnungen betrachte, so möchte ich in diesem „sonderbaren Epithel" ein Analogon der schwammigen Venenanhänge der Cephalopoden erblicken, wovon unten. — An den feineren weissen Gefässen des *Arion*, die keine Muskellage mehr haben und nur aus einer ziemlich dicken homogenen *Intima* und der zelligen kalkhaltigen *Adventitia* bestehen, gewahre ich allerdings zu innerst von der *Intima* noch kleine rundliche, häufig eingekerbte Kerne, die man aber bis auf weiteres ebenso gut auf ein Epithel als wie auf Kerne von Blutkügelchen beziehen kann. An den Ar-

terien von *Carinaria* sitzt nach *Gegenbaur* der homogenen Haut ein Plattenepithel auf. Jedenfalls bedarf diese Frage erneuter Untersuchungen.

§. 405.

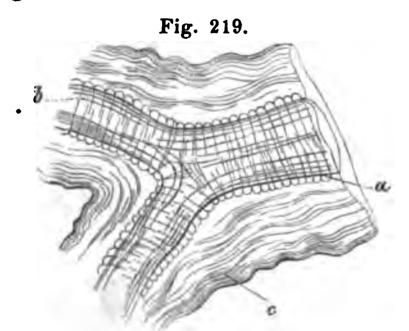
Lymphgefässsystem.

Bei Wirbelthieren scheidet man bekanntlich den Gefässapparat in ein Blutgefässsystem und in ein Lymphgefässsystem, und es ist in neuerer Zeit schon öfter zur Sprache gebracht worden, dass auch bei manchen Wirbellosen eine ähnliche Gliederung anzunehmen sei, was, wie ich nach eigenen Wahrnehmungen beistimmend bemerken muss, mit allem Recht geschieht. Noch am nächsten in der berührten Organisation stehen den Wirbelthieren die Hirudineen. Bei *Clepsine*, *Piscicola*, *Branchellion*, *Pontobdella* hat sich nachweisen lassen, dass ausser den eigentlichen Blutgefässen noch ein zweites Gefässsystem vorhanden sei, welches einen grossen Mediansinus und zwei Seitenstämme aufweist; am Kopf und Hinterleib stehen die drei Stämme bogenförmig in Verbindung und an den Leibesgliedern durch Queranastomosen. Im Bereich dieses Gefässsystemes, und zwar zumeist in der Bahn der Seitengefässe, kommen blasenartige Erweiterungen oder Ausstülpungen vor. (Näheres in der m. Aufs. üb. *Piscicola*, Ztsch. f. wiss. Z. 1849, Bericht v. d. zoot. Anst. in Würz. 1849, S. 17, Anatomisches üb. *Branchellion* u. *Pontobdella* Ztsch. f. w. Z. 1851.) Histologisch weichen diese, dem Lymphgefässsystem vergleichbaren Gefässe von den eigentlichen Blutgefässen darin ab, dass die Wände sich nicht so scharf markiren, vielmehr ist die homogene, das Lumen begrenzende Haut weit zarter und mitunter so wenig von der interstitiellen Bindesubstanz geschieden, dass auch die Bezeichnung Lakunen anwendbar erscheint. Meist legen sich Muskeln äusserlich um die homogene Haut, doch macht es den Eindruck, als ob sie nicht ausschliesslich den Gefässen angehören, sondern der Leibesmuskulatur überhaupt.

Bei den acephalen und cephalophoren Mollusken scheint ein Lymphsystem nicht mehr morphologisch vom Blutgefässystem geschieden zu sein, denn, wie ich wenigstens bei *Cyclas* beobachtet habe, tritt das umgebende Wasser durch die Porenkanäle der Haut am Fuss in die zwischen der Muskulatur befindlichen Lakunen des Blutsystems. Sollte zwar *v. Siebold* Recht haben, dass bei *Unio* und *Anodonta* neben dem durch die Porenkanäle nach aussen offenen Kanalsystem noch ein zweites Netz von engeren Kanälen eigens für das Blut vorhanden wäre, so würden sich die Acephalen den Hirudineen in dieser Beziehung anreihen. Doch möchte ich nach meinen Beobachtungen einstweilen daran festhalten, dass bei den Acephalen und Cephalophoren morphologisch ein einziges Kanal- oder Lückensystem den Körper durchzieht, welches Blut führt, aber durch direkte Aufnahme von äusserem Wasser physiologisch auch zugleich das Lymphgefässsystem mit repräsentirt.

Die Cephalopoden, die sich schon in der Individualisirung ihrer Blutgefässe selbst bis zu den Capillaren herab den Wirbelthieren so nahe stellen, dürften auch in der Art, wie die Lymphgefässe zu den Blutröhren sich verhalten, mit jenen gewisse Aehnlichkeiten theilen. Es ist mir nämlich bei *Sepiola* und *Loligo* aufgefallen, dass an den Arterien die äusserste Haut (*Adventitia*), welche die Zeichnung des gewöhnlichen Bindegewebes darbietet, sehr weit von der Ringmuskelschicht absteht, wodurch das Bild so wird, als ob das aus der *Tunica elastica* und *Tunica muscularis* zusammengesetzte Gefäss innerhalb eines anderen, dünnhäutigen Gefässes liege. Entsinnt man sich nun, dass schon früher *Erdl* Angaben gemacht, wornach die Blutgefässe der Cephalopoden innerhalb von Lymphgefässen verlaufen und bringt man damit in Zusammenhang, dass wirklich Wasser von aussen her aufgenommen wird, so liegt der Gedanke nicht fern, anzunehmen, dass hier das Lymphgefässsystem eine gewisse Selbständigkeit hat und zum Theil analog den Fällen, wie sie oben von niederen und selbst höheren Wirbelthieren vorgebracht wurden, scheidenförmig die Blutgefässe umschliesst.

Fig. 219.



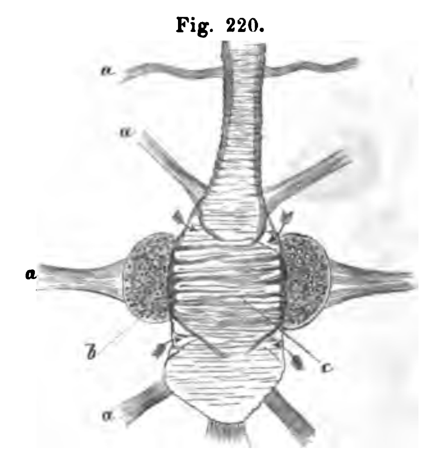
Ein stärkeres Blutgefäss von Sepiola.
a homogene Intima, b aus Ringmuskeln bestehende Media, c bindegewebige Tunica adventitia (Lymphgefäss?). (Starke Vergr.)

Bei den Echinodermen ist ebenfalls ausser den Blutgefässen noch ein Lymphsystem vorhanden. Vornämlich ist der Leibesraum in diesem Sinne zu deuten, der fast allenthalben mit Cilien besetzt ist: es wimpern die Mesenterien, die Aussenfläche des Darmes, des Herzbeutels, die äussere Fläche der längs des Darmes laufenden Blutgefässes, die Aussenseite des Eierstockes, der Ambulacralbläschen und nicht minder ist die äusserst zarte, bindegewebige Haut, welche die Interambulacralplatten überzieht, bewimpert. Das Seewasser hat Zutritt zur Leibeshöhle und mischt sich der Lymphe bei. Ob und wo die Blutgefässe in die Lymphräume münden, ist bei diesen, so höchst schwierig zu zergliedernden Thieren, noch unbekannt.

In neuester Zeit hat *Wedl* Beobachtungen über das Herz von *Menopon pallidum* veröffentlicht (Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1855), aus denen hervorgehen soll, dass man bis jetzt das eigentliche Herz der Insekten wahrscheinlich übersehen

habe; bei genanntem Thier liege nämlich hinter dem sog. Rückengefäss noch ein selbständiges Herz von folgendem Bau. Die Gestalt nähere sich dem Kugligen, vorn und rückwärts sei eine Oeffnung, es besitze einen parenchymatösen Theil, beiderseits in Form eines Kugelsegmentes erscheinend und aus feiner Molekularmasse bestehend. Von der inneren Oberfläche des parenchymatösen Theiles entspringen zackige Verlängerungen, welche an die Papillarmuskeln des Wirbelthierherzens erinnern. An der Aussenseite inserirten sich Aufhängebänder des Herzens. Nach vorne stehe das Herz mit dem sog. Rückengefäss in Zusammenhang. Dieser Darstellung gegenüber kann ich nun gerade nicht sagen, dass *Wedl* auf seinem Streifzuge in die Entomotomie allzu glücklich gewesen wäre. Erstens ist es unrichtig, wenn *Wedl* von einem parenchymatösen, kuglig vorspringenden Theil des Herzens spricht und zeichnet; was er so nennt sind dieselben zelligen Gebilde, von denen oben die Rede war, die sich am Herzen der Insekten allgemein finden, sie haben wie dort einen körnig-bröckligen Inhalt und eine schwach gelbliche Farbe. Von ihnen entspringen auch keineswegs die „Papillarmuskeln", wohl aber setzen sich aussen an sie wie bei anderen Insekten die Flügelmuskeln des Herzens, die „Aufhängebänder" *Wedl's*. Dann scheint mir zweitens irrthümlich, wenn genannter Autor das Herz „rückwärts" (womit wohl das hintere Ende gemeint ist) mit einer Oeffnung versehen sein lässt; ich sehe es hier geschlossen; auch die „problematisch" angenommenen und gezeichneten „Hauptvenen" existiren nicht, wohl aber sieht man seitlich vor und hinter den zellenartigen Körpern eine Spalte mit Klappenspiel. Die beigegebene Figur mag das Uebrige versinnlichen.

Fig. 220.



Hinterster Abschnitt des Herzens von Menopon pallidum. (Starke Vergr.) a die Flügelmuskeln des Herzens, b die zellenähnlichen Körper, c die Ringmuskeln des Herzens. Die vier Pfeile bezeichnen die Spaltöffnungen des Organes.

Hätte *Wedl* das Herz anderer Arthropoden gekannt, so würden seine Deutungen wohl auch anders ausgefallen sein, denn es ist offenbar, dass bei *Menopon* etwas Aehnliches vorliegt, wie z. B. an der Larve von *Corethra plumicornis* oder wie bei *Argulus foliaceus:* der hinterste Abschnitt des Herzens ist breiter und muskulöser als der weiter nach vorne liegende und zeichnet sich noch, worauf ich auch in meinem Aufs. über *Corethra* hinwies, durch andere Eigenthümlichkeiten aus. Dass bei *Menopon* die zellenähnlichen Massen um das Herz auf die paar Kugeln um die hinterste Kammer reduzirt sind, geht noch über die Verhältnisse bei *Corethra* zurück, wo wenigstens je einer immer einer Spaltöffnung entspricht.

Neununddreissigster Abschnitt.

Vom Blut und der Lymphe des Menschen.

§. 406.

Die Höhlungen des Blut- und Lymphgefässsystemes enthalten die bezeichneten Flüssigkeiten. Das Blut, ein rother und während des Lebens in beständigem Kreislauf durch den Körper begriffener Saft besteht aus der Blutflüssigkeit (*Liquor*, *Plasma sanguinis*) und zweitens aus unzähligen darin schwimmenden Bläschen, den sog. Blutkörperchen. Der *Liquor sanguinis* ist hell, klar, farblos und seine weiteren Eigenschaften aus einander zu setzen, gehört der Chemie an. Uns interessiren zunächst die Blutkörperchen. Es sind, im Allgemeinen gesagt, kleine, weiche Zellen, die nach Farbe, Grösse und Gestalt, sich in zwei Arten sondern, in die rothen und in die farblosen oder weissen Blutkörperchen. Die ersteren bilden den bei weitem grösseren Theil der Formelemente des Blutes, sind einzeln betrachtet schwach röthlich gefärbt, erst in Menge beisammen liegend, erscheinen sie intensiv roth und sie sind es, welche für das freie Auge die rothe Farbe des Blutes hervorrufen. Was ihre Gestalt betrifft, so nehmen sie sich aus wie kreisrunde, scheibenförmige Bläschen mit mittlerer Telle. Ihrer Bläschennatur entsprechend, sind sie aus einer elastischen, farblosen Hülle und einem gefärbten, aus Hämatin und Globulin bestehenden Inhalt, zusammengesetzt.

Rothe Blutkörperchen.

Wer die gefärbten Blutkügelchen zum erstenmal sieht, glaubt auch in ihnen einen centralen Kern zu erblicken, was sich aber bei sorgfältigerer Nachforschung dahin aufklärt, dass die vorher erwähnte napfförmige Vertiefung durch optischen Effect einen Kern vorgespiegelt hat. Die rothen Blutkügelchen des Menschen sind vielmehr kernlos. In dem zu Ader gelassenen Blute legen sich die farbigen Kügelchen mit ihren platten Flächen gerne so an einander, dass sie geldrollenähnliche Reihen bilden.

§. 407.

Weisse Blutkörperchen.

Die zweite Art der Blutkügelchen, die farblosen oder weissen, oder auch Lymphkügelchen genannten, sind in weit geringerer Anzahl als die farbigen im Blute zugegen. Auf einige hundert rothe kommt ein weisses. Im Venenblut sind sie nach *Remak* häufiger, als im Arterienblut. Was ihre Grösse, Gestalt und sonstigen Merkmale

angeht, so übertreffen sie die farbigen fast um das doppelte an Grösse, und geben sich als gewöhnliche, morphologisch indifferente Zellen: sie sind kugelig, hell oder leicht gekörnelt, der Kern einfach oder eingeschnürt oder auch in mehre zerfallen.

Ausser den geschilderten zelligen Gebilden, können (abgesehen von pathologischen Vorkommnissen, Hämatozoen, Pigmentzellen u. dergl.) im Blutserum noch Fettkügelchen suspendirt sein, besonders einige Stunden nach der Nahrungsaufnahme. *R. Wagner* beobachtete auch im kreisenden Blute des Gekröses von warmblütigen Wirbelthieren „nicht gar selten kleine, das Licht stark brechende, zuweilen selbst aggregirte Molekule, welche ganz das Ansehen von Fettkörnchen haben.“ (Nachricht. d. Univers. u. d. Gesellsch. d. Wiss. z. Göttingen, 1856.)

Im Embryo entstehen die Blutkörperchen durch Umwandlung der gewöhnlichen Embryonalzellen. Während sich Zellen zur Bildung des Herzens und der Gefässe gruppiren, werden die Achsenzellen solcher Anhäufungen Blutkügelchen und die Rindenzellen gestalten sich zu den Gefässwandungen. Dasselbe wiederholt sich wohl mit der Anlage grösserer Lymphgefässe. Dergleichen primäre Blutkügelchen sind natürlich ungefärbt und verändern sich allmählig in die rothen Blutkügelchen. Mit Gründen, die fast null sind, behaupten Einige, dass nach der Geburt und im Erwachsenen eine Neubildung von Blutzellen in der Blutflüssigkeit statt habe, ungefähr wie Krystalle in der Mutterlauge anschiessen. Eine derartige extracelluläre Bildung von Blutbläschen existirt kaum; im Gegentheil, die einmal entstandenen Blutzellen vermehren sich nur durch Theilung und worauf manche Beobachtungen hindeuten, das sog. Gefässepithel scheint ebenfalls durch Zellenwucherung die Zahl der Blutkügelchen vergrössern oder die etwa untergegangenen ersetzen zu können.

Zu erwähnen bleibt noch, dass in dem Blute ausserhalb des Körpers aus dem Globulin der Blutzellen, in Verbindung mit Hämatin Krystalle sich bilden, in Form von Tafeln, Säulen, Nadeln. Sie vergehen leicht bei Zusatz von Wasser und Essigsäure.

Bezüglich der Blutkrystalle hat Hr. *Kölliker* sich mit Nachdruck für den Entdecker derselben erklärt (Mikrosk. Anat. Bd. II. S. 587) und „diess geschieht nur, um der Geschichte ihr Recht zu vindiziren“ (a. a. O. S. 588). Möge sich Hr. *K.* hierin eine kleine Berichtigung gefallen lassen. Der eigentliche Entdecker der Blutkrystalle ist *Reichert*, der, ohne freilich zu wissen, dass diese Krystalle aus dem Blute entstehen, 1849 seine Beobachtungen „über eine eiweissartige Substanz in Krystallform“ veröffentlichte. Aber selbst ehe noch Hr. *Kölliker* etwas von „Globulinkrystallen“ wusste, habe ich die fraglichen Gebilde gelegentlich meiner Untersuchungen (Winter 1847/48) über *Piscicola* gesehen und auch Hrn. *Kölliker* gezeigt. Die kurze Mittheilung steht in meinem Aufsatz über *Piscicola*, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1849 S. 116 Abbildg, Fig. 34 B. Der Passus lautet: „Eine andere interessante Veränderung geht das Blut von *Nephelis* ein, wenn es in den Magen von *Clepsine* gelangt ist. Anfangs ist es flüssig und die farblosen Blutkörperchen

sind in dem rothen Plasma deutlich zu sehen. Bald aber schwinden letztere und das rothgefärbte Plasma selbst zerfällt in eine Menge von rothgefärbten, tafelförmigen Blättchen und kleineren oder grösseren, einzelnen oder zusammenhaftenden Stäbchen und Säulchen (Hämatinkrystalle?). Tritt bei verletztem Magen Wasser hinzu, so lösen sie sich schnell auf. Ebenso löst sie Essigsäurezusatz bei unverletztem Thiere. Bei weiter vorgeschrittener Verdauung sind auch diese Hämatin-(?) Krystalle im Magen verschwunden und letzterer enthält nur eine schwache röthliche Flüssigkeit, in der grümlige, farblose Massen schwimmen.“ Erst im nächsten Hefte derselben Zeitschrift S. 266 kommen die Beobachtungen *Kölliker's* über Blutkrystalle, und wenn er sich „bemühen“ zu müssen glaubt, „sich als den ersten Beobachter hinzustellen“, so ist das eben ein Irrthum, wozu das Vorgebrachte den Beleg abgiebt.

Durch *Brücke* sind mehre Fälle bekannt geworden, wo die Blutgefässe (vom Wiesel, Hund, Maulwurf, Gans) im Bereich des Darmkanales von einem eigenthümlichen weisslichen Inhalte erfüllt waren. Etwas Aehnliches habe ich mir von einer frisch untersuchten *Torpedo marmorata* aufgezeichnet, wo ebenfalls die Venen des Magens ein gelbweisses Contentum hatten, das aber aus lauter Lymphkügelchen zu bestehen schien. Vielleicht haben sich mehre Autoren bestimmen lassen, mit derartigem Inhalt erfüllte Blutgefässe für Lymphgefässe auszugeben, und *Bruch* geht sogar so weit, „alle verästelten Chylusgefässe für molekulär fettführende Blutcapillaren“ zu erklären (Zeitschr. f. w. Z. 1853).

§. 408.

Lymphe

Der Inhalt der Lymphgefässe oder die Lymphe zeigt dieselbe Scheidung in Flüssigkeit und geformte Elemente, wie das Blut. Für das freie Auge ist die Lymphe wasserklar oder mit gelblichem Anflug. Die geformten Elemente oder die Lymphkügelchen sind die gleichen indifferenten Zellen, wie sie vorhin als weisse Blutkügelchen aufgeführt wurden: rundliche, blasse oder feingekörnelte Zellen, deren Kern einfach oder auch eingekerbt ist, was auf beginnende Theilung hindeutet. Die Menge der Lymphkügelchen ist sehr variabel in den Lymphgefässen, im Allgemeinen lässt sich bestimmen, dass sie jenseits von Lymphdrüsen zahlreicher sich finden, als vorher, und was schon oben in Anregung gebracht wurde, es verbreitet sich gegenwärtig immer mehr die Ansicht, dass die Lymphkügelchen die direkten Abkömmlinge der zelligen Theile (Pulpe) der Lymphdrüsen sind.

Chylus.

In den Lymphgefässen, welche aus dem Nahrungsrohr führen, enthält der *Liquor lymphae* einen grossen Reichthum von Fettmolekulen, der sich bei mikroskopischer Untersuchung wie ein staubartiger Niederschlag darstellt, dessen Körnchen eine lebhaft wimmelnde Molekularbewegung sehen lassen. Dieses feinzertheilte Fett verursacht, dass die Lymphe des Darmrohres milchig aussieht, daher auch Milchsaft oder Chylus heisst und die betreffenden Gefässe den Namen Chylusgefässe tragen.

Die eigentlichste physiologische Bedeutung der Blut- und Lymphkörperchen ist unbekannt; noch am meisten hat die Auffassung für sich, welche diese Bläschen mit den absondernden Zellen der Drüsen vergleicht und sie demzufolge für „schwimmende Drüsenkörner“ erklärt.

Vierzigster Abschnitt.

Vom Blut und der Lymphe der Wirbelthiere.

§. 409.

In der Blutflüssigkeit aller Wirbelthiere, mit einziger Ausnahme des *Branchiostoma* (nach *Retzius*, *Joh. Müller*, *Quatrefages*) schweben zellige Gebilde, und wieder bei allen Wirbelthieren rührt die rothe Blutfarbe von röthlichgelben Blutkügelchen her. Nur die Blutzellen des *Leptocephalus* sind, wie *Kölliker* meldet, farblos, daher auch das Blut dieses Fisches so gut, wie das von *Branchiostoma* wasserklar sich ausnimmt.

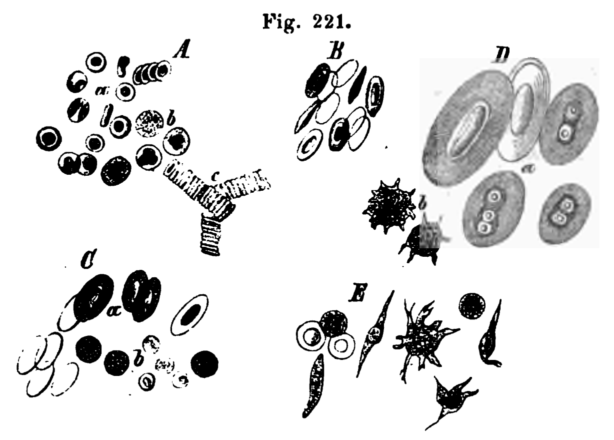
§. 410.

Rothe Blutkörperchen.

Die farbigen Blutkügelchen der Säugethiere zeigen die grösste Aehnlichkeit mit denen des Menschen, da sie runde, scheibenförmige, gelind concave, kernlose Bläschen vorstellen. Nur die der Kameel- und Lamaarten haben eine ovale Gestalt. Um über die Grösse derselben einige Beispiele zu geben, so hebe ich aus *Gulliver's* Mittheilungen heraus, dass die Blutkörperchen der Zwergmaus ebenso gross sind, als die des Pferdes, die der Maus aber etwas grösser. Bei den Affen sind sie kaum merklich kleiner als beim Menschen. Bei den Fleischfressern variirt die Grösse selbst bei verschiedenen Arten. Die grössten Blutkörperchen haben unter den Säugern das zweizehige Faulthier und der Elephant.

Hingegen übersteigt die Grösse der farbigen Blutzellen bei den übrigen Wirbelthierklassen (Vögeln, Amphibien, Fischen) durchweg die des Menschen und der Säugethiere, und die fischartigen Lurche (*Proteus*, *Siren*), die sich auch sonst durch die Grösse ihrer Elementartheile auszeichnen, weisen die allergrössten Blutkügelchen auf. Ferner weichen die Blutzellen der Vögel, Amphibien und Fische von denen des Menschen und der Säuger (mit Ausnahme der vorhin genannten kameelartigen Thiere) darin ab, dass sie immer eine elliptische Gestalt haben, nur seltsamer Weise tauchen bei einigen niederen Fischen (*Myxine*, *Petromyzon*) noch einmal rundliche Blutkügelchen auf, und ebenso mit einer Telle versehen, wie die menschlichen und die der Säuger. Ein anderer nicht unwichtiger Differenzpunkt im feineren Verhalten ist der, dass ohne Ausnahme die gefärbten Blutbläschen der Vögel, Amphibien und Fische, einen Kern besitzen.

Fig. 221.



Blutkügelchen des Menschen, der Wirbelthiere und Wirbellosen.
A Des Menschen: a farbige, b farblose, c farbige in Säulen beisammenliegend.
B Von der Taube.
C Von Raja: a farbige, b farblose.
D Vom Proteus: a farbige, der Kern bei mehren in der Theilung begriffen, b farblose.
E Von Wirbellosen (Insekten und Mollusken). (Starke Vergr.)

§. 411.

Die farbigen Blutkügelchen scheinen sich auch im ausgebildeten Thier durch Theilung zu vermehren. Ich sah wenigstens bei einem Proteus, den ich frisch in siedendes Wasser geworfen hatte, dass der Kern vieler gefärbter Blutkörperchen, welcher von viel dunklerem Umriss als die Membran war, entweder bisquitförmig sich eingeschnürt hatte, wobei dann wieder aus der grösseren Hälfte zwei *Nucleoli* hervorsahen, oder der Kern zeigte sich wirklich in zwei, drei und mehr runde Bläschen, jedes mit seinem *Nucleolus*, zerfallen.

Eine bemerkenswerthe Erscheinung, die man im Winter an den farbigen Blutzellen des Frosches und Landsalamanders wahrnimmt, besteht in dem Dasein von farblosen Lücken in der Substanz der Blutkörperchen; man beobachtet bald eine einzige grössere, bald einen Trupp kleiner. Bei manchen Fröschen sehe ich in fast jedem hierauf betrachteten Blutkügelchen diese hellen scharf umschriebenen Lücken. Um die Sache zu erklären, vermuthet *Remak*, dass die reichliche Pigmentbildung in der Leber und Milz während des Winterschlafes die Blutkügelchen um einen Theil ihres Farbstoffes beraube.

§. 412.

Weisse Blutkügelchen.

Die farblosen Blutkügelchen der Säuger verhalten sich in Grösse, Gestalt, Zusammensetzung und relativer Menge, wie beim Menschen. Die der Vögel, Reptilien und Fische stehen in ihrer

Grösse den farbigen nach, da, wie oben bemerkt wurde, letztere einen beträchtlicheren Umfang haben, als die des Menschen und der Säuger. Beim Proteus, wo ich sie in grosser Menge aus den Kiemengefässen gewann, waren es keine einfachen, indifferenten Zellen, wofür sie sich gewöhnlich geben, sondern jedes Lymphkügelchen war ein Ballen zusammenklebender kleiner, klarer Bläschen, das einzelne immer mit dem *Nucleolus* versehen. Die ganze Zelle erinnerte im Kleinen an ein gefurchtes Ei in den letzten Stadien, und wir werden dadurch auf den Gedanken geführt, das Bild auf einen Theilungsvorgang zu beziehen.

Im Blute der verschiedensten Selachier beobachtete ich ziemlich constant dreierlei Zellen, ausser den gefärbten ovalen Blutkügelchen nämlich und den farblosen, blassen, rundlichen, sah man noch scharf gezeichnete Körnchenzellen, welche zweimal so gross als die farblosen waren. Auch im Froschblut unterschieden einige Forscher mehre Abarten der farblosen Zellen.

§. 413.

Lymphe.

Der Inhalt der Lymphgefässe wird bezüglich seiner geformten Theile in wechselnden Zuständen getroffen, bald sind es Fettpünktchen, bald füllt eine dichtkörnige Masse das Lymphgefäss an, wie ich z. B. bei *Gobius niger* an den die Blutgefässe des Gekröses einhüllenden Lymphgefässen sah, wo das letztere für das freie Auge weissgrau erschien. In anderen Fällen erblickt man zugleich mit oder ohne die Fettpünktchen deutliche Lymphzellen und manchmal selbst in grosser Anschoppung; ich habe eine solche Ueberfüllung z. B. an dem Lymphgefässe angetroffen, welches beim Landsalamander die grosse von der Bauchwand zur Leber tretende Vene umschliesst. — *R. Wagner* hat neuerdings bei Versuchen über den Kreislauf des Blutes und der Fortbewegung des Chylus im Gekröse bei warmblütigen Wirbelthieren die wichtige Beobachtung gemacht, dass in den strotzenden Chylusgefässen ausser dem bekannten aus kleinen Molekeln und hie und da etwas grösseren Fetttröpfchen bestehenden weissen Inhalt immer einzelne Blutscheibchen sich finden. (Nachr. d. Univ. u. Gesellsch. d. W. z. Göttingen, 1856.)

Robin und *Lieberkühn* haben interessante Wahrnehmungen über die farblosen Blutkörperchen oder wenigstens denselben ganz ähnliche, nicht von ihnen unterscheidbare und im Blute sich findende Gebilde veröffentlicht. *Lieberkühn* sah, dass dieselben vom Frosch, Karpfen, Hund und Menschen sich bewegen, wie Amöben es zu thun pflegen. Sie schicken Fortsätze aus, ziehen sie wieder ein und wechseln damit fortwährend ihre Gestalt. Vorausgesetzt, dass die Thatsachen richtig sind und gehörig gedeutet wurden, dürfte die Substanz, welche die farblosen Blutkügelchen bildet, mit der hyalinen Inhaltsmasse der Chromatophoren Verwandtschaft haben. *Ecker* hat ähnliche Erscheinungen an den Blutkörperchen des Regenwurmes gesehen.

Einundvierzigster Abschnitt.

Vom Blut und der Lymphe der Wirbellosen.

§. 414.

Nur bei mehren Ringelwürmern, denen, was oben beschrieben wurde, eine gewisse Scheidung der Blut- und Lymphräume zukommt, differirt die Farbe des Blutes auffallend von jener der Lymphe; so ist das Blut gewisser Hirudineen, Lumbricinen und Kiemenwürmer roth, gelb oder grün, ihre Lymphe farblos. Doch ist diese Trennung der Farbe nicht durchgreifend, denn einige Hirudineen, wie *Piscicola, Clepsine* u. a. haben wieder farbloses Blut. Bei den anderen Gruppen der wirbellosen Thiere, wo sich Blut und Lymphe fortwährend zu mengen scheinen, ist das Blut farblos oder höchstens mit einem leichten Stich in's Blaue, Gelbe, Grüne oder Violette.

Das Blut der Wirbellosen, verglichen mit dem der Wirbelthiere, hat das eigene, dass die Blutfarbe allzeit von einem dem *Liquor sanguinis* beigegebenen Farbstoff abhängt und nicht von den Blutzellen, welche fast durchgängig farblos sind. (Nach *R. Wagner* zeigen sich Blutzellen der Cephalopoden und die von *Terebella* gefärbt.) Ihrer Natur nach sind es Zellen von variabler Grösse und Gestalt, bald rundlich, oval (in einer Art *Enchytraeus* sehe ich sehr schöne und grosse, ovale, glattrandige Lymphkügelchen in der Leibeshöhle), bald spindelförmig oder selbst, und zwar gar nicht selten bei Würmern, (Regenwurm z. B.), Mollusken (*Paludina, Carinaria* z. B.), Insekten, mit verästelten Fortsätzen versehen; sie haben immer einen Kern, der Inhalt ist bald klar, bald mehr oder weniger körnig. Im Hinblick auf ihre Gestalt ist die gewöhnliche Behauptung, als seien die verästelten Blutzellen erst durch äussere Einflüsse zu Stande gekommen, unwahr, vielmehr schon im kreisenden Blute zeigen sie sich mit dieser Form, wie ich unzweifelhaft an ganz unbehelligten Individuen von *Piscicola*, von *Daphnia* und der Larve von *Corethra* wahrnahm. Im Zusammenhalt mit den Beobachtungen *Lieberkühns* über die Contractilität der farblosen Blutzellen der Wirbelthiere fühlt man sich versucht, auch die Form dieser sternförmigen Blutkügelchen von gleicher Ursache abzuleiten.

Die Menge der Blutkügelchen, im Verhältniss zum *Plasma sanguinis*, ist in der Regel bei Wirbellosen geringer als bei Wirbelthieren, doch giebt es Ausnahmen: z. B. in der Leibeshöhle man-

cher Tardigraden (*Macrobiotus*) und Lumbricinen drängen sich die fluctuirenden Zellen in dichtester Folge.

Aus obiger Mittheilung über die Blutkrystalle geht hervor, dass auch im rothen Blute der *Nephelis* ungefärbte Krystalle anschiessen, ebenso wie im Blute des Menschen und der Wirbelthiere.

Zweiundvierzigster Abschnitt.

Vom Harnapparat des Menschen.

§. 415.

An den Nieren unterscheidet man zunächst, wie an allen Drüsen, die Bindesubstanz und die epithelialen Lagen; letztere sind, wie wir durch *Remak* wissen, ihrer Entstehung nach Fortsätze des Darmepithels, also Bildungen des unteren Keimblattes, während die bindegewebigen (Gefäss- und nervenhaltigen Theile) Fortsetzungen der Darmfaserschicht, demnach Bildungen des mittleren Keimblattes sind.

Die Bindesubstanz formt eine ziemlich feste Hülle, welche die Niere umgiebt, und zweitens bildet sie die *Tunica propria* der Harnkanälchen, welche den grössten Theil des Nierenparenchyms ausmachen, und drittens dient sie zur Verbindung der Harnkanälchen untereinander, sowie als Träger der Gefässe und Nerven.

§. 416.

Harnkanälchen, ihr Bau, ihre Lagerung.

Die *Membrana propria* der Harnkanälchen erscheint als klare, strukturlose Haut, die am leeren Kanälchen sich gerne faltet und dadurch ein streifiges Aussehen erhält. In der Rinde der Niere ist die *Membrana propria* etwas feiner als im Mark, am blinden Ende der Harnkanälchen (in der Rindensubstanz) entsteht durch blasige Erweiterung der *Membrana propria* die sog. Kapsel der Malpighi'schen Gefässkörper. Der Innenfläche der *Membrana propria* liegen die Sekretions- (oder Epithel-) Zellen an, welche bei ziemlicher Dicke eine polygonale Gestalt, einen Kern und körnigen Inhalt haben, nicht flimmern, und so angeordnet sind, dass, insolange nicht alterirende Einflüsse statt gefunden haben, eine klare Lichtung der Harnkanälchen übrig bleibt. Gegen das blinde Ende zu wird der körnige Inhalt der Zellen weniger dicht und die Zellen nehmen an

Grösse ab, was sich besonders innerhalb der Kapsel des *Glomerulus* ausspricht.

Fasst man die Gruppirung der Harnkanälchen in's Auge, so ergiebt sich, dass sie an den Nierenpapillen beginnend, hier bündelförmig, gerade gestreckt, neben einander liegen; indem sie sich darauf häufig theilen, müssen die Bündel eine kegelförmige Gestalt annehmen, wobei die Basis der Kegel nach der Rinde der Niere



Fig. 222.



Schema für das Verhalten der Nierenkanälchen und Blutgefässe zu einander:

a a zwei Kanälchen, die sich verästeln und in beutelförmige Anschwellungen enden, b Arterie, c Vas afferens, d Glomerulus, in dem erweiterten Ende des Harnkanälchens liegend, e Vas efferens, f die Capillaren, welche die Harnkanälchen umspinnen.

gekehrt ist. Die kegelförmigen Faszikel der Harnkanälchen zusammen, welche auch Malpighi'sche Pyramiden heissen, bilden die Hauptmasse der sog. Marksubstanz der Niere. Jenseits der Marksubstanz verlaufen die Harnkanälchen vielfach gewunden, um nach zahllosen Schlängelungen blind und unter blasiger Erweiterung, wodurch die bezeichneten Kapseln entstehen, zu enden.

§. 417.

Blutgefässe, Lymphgefässe, Nerven.

Bezüglich der Blutgefässe, an denen bekanntermaassen die Niere einen grossen Reichthum enthält, ist von besonderem Interesse das Verhältniss, in welchem die sog. Malpighi'schen Gefässkörper zu den Enden der Harnkanälchen stehen. Nachdem die umfängliche *Arteria renalis* in die Niere eingetreten ist und sich in mehre Aeste getheilt hat, streben diese zwischen den Pyramiden gegen die Rindensubstanz vor und bilden im Umfang derselben bogenförmige Anastomosen (*fornices arteriosi*), aus deren Concavität die *Arteriolae rectae* gegen die Nierenwarzen zurückbiegen, während aus dem convexen Theil derselben in bestimmten Abständen Aestchen gegen die Peripherie aufsteigen, die sich in Endzweige auflösen. Jedes von den letzteren senkt sich in das blasige blinde Ende eines Harnkanälchens ein und indem es sich vielfach theilt und knäuelt, bildet es den Malpighi'schen Gefässkörper oder *Glomerulus*. Auf Durchschnitten frischer Nieren erscheinen die *Glomeruli* für das freie Auge als rothe Pünktchen. Nach Vollendung des *Glomerulus* verlässt die Arterie das Harnkanälchen wieder, um in das Capillarnetz überzugehen, welches im bindegewebigen *Stroma* zwischen den Harnkanälchen letztere umspinnt. Aus diesem Netze sammeln sich die Nierenvenen. Am *Glomerulus* unterscheidet man gewöhnlich das in das Harnkanälchen hereintretende Gefäss mit dem Namen *Vas afferens* und das herausführende als *Vas efferens*; beide bilden zusammen den Stiel, an welchem in injicirten Präparaten die *Glomeruli* wie Früchte an den baumartigen Verzweigungen der Arterien hängen.

Ueber die feineren Beziehungen der Lymphgefässe der Niere liegen noch keine Untersuchungen vor. Man weiss bloss, dass solche Gefässe vorhanden sind, die theilweise im Begleit der Blutgefässe verlaufen.

Die Nerven stammen aus dem *Sympathicus* und begleiten ebenfalls die Blutgefässe; über ihre Endigung ist nichts bekannt.

§. 418.

Harnwege.

In den Nierenkelchen, den Nierenbecken, den Harnleitern, Harnblase und Harnröhre trennt man mit dem Skalpel drei Schichten, eine äussere oder Faserhaut, eine mittlere oder Muskelhaut und eine innere oder Schleimhaut. Vom Standpunkt der Gewebelehre aus unterscheidet man Bindegewebe, zugleich gefäss- und nervenhaltig, Muskeln und drittens Epithelien, welches histologische Material

in folgender Weise zusammengefügt ist. Das Bindegewebe, häufig von elastischen Fasern durchsetzt, stellt die äussere Faserhaut des Nierenbeckens sammt Nierenkelchen, der Harnleiter und Harnblase her; an letzterer grenzt es sich nach aussen scharf membranförmig ab, um die bindegewebige Grundlage des s. g. Peritonealüberzuges zu formen, und wird, in so weit dieser sich erstreckt, von einem Plattenepithel überzogen, während am Harnleiter und Nierenbecken das Bindegewebe der Faserhaut nach aussen continuirlich mit dem die Organe verbindenden Bindegewebe zusammenhängt. Da die Harnröhre des Mannes nur am s. g. *Isthmus* ein selbständiger Kanal ist, sonst aber am Anfang und Ende mit anderen Theilen eng verwachsen sich zeigt, so bildet auch das Bindegewebe nur am *Isthmus* eine äussere Faserhaut, an allen anderen Partien hingegen wird besagtes Gewebe als Medium der Verknüpfung mit den umgebenden Gebilden verwendet. Das Bindegewebe stellt aber auch ferner die Grundlage der inneren oder Schleimhaut her, welche hier sehr gefässreich ist, sich indessen weder im Nierenbecken, noch den Ureteren zu Papillen erhebt, auch nicht zur Erzeugung von Drüsen sich einsackt; ebenso mangeln in der grössten Ausdehnung der Blasenschleimhaut Zotten und Drüsen und lediglich im Blasenhals und Blasengrund senkt sich die Schleimhaut zur Bildung einiger birnförmiger Drüschen ein. An manchen Stellen, wie im *Trigonum* des Blasengrundes, auch in der männlichen Harnröhre ist das Bindegewebe reich an elastischen Elementen. Sowohl in der männlichen, wie weiblichen Harnröhre ist die Schleimhaut glatt, aber in beiden Geschlechtern mit einfach schlauchartigen oder auch traubig ausgebuchteten Drüsen (Littre'sche Drüsen) versehen.

Die Bindesubstanz des Schleimhautstratums (auch *Corium* der *Mucosa* genannt) geht in der Blase und auch an der weiblichen Harnröhre nach aussen in eine mehr areoläre Schicht aus, dem submukösen Gewebe, und dies erscheint an der *Urethra* des Weibes von zahlreichen grösseren Venenräumen durchbrochen.

§. 419.

Zwischen diesen beiden Bindegewebsschichten — der äusseren umhüllenden und der die Schleimhaut bildenden — befinden sich die glatten Muskeln, welche an der Blase am stärksten entwickelt sind, äusserlich nach der Länge, nach innen schief und quer verlaufen und am Blasenhals sich zu einem starken Schliessmuskel verdicken. Von der Blase setzt sich die Muskulatur in longitudinaler und circulärer Anordnung durch die Ureteren in's Nierenbecken bis gegen die Kelche hin fort; ebenso lassen sich auch an der Harnröhre beider Geschlechter unter der Schleimhaut, wenn auch in schwächerer Ausbildung, glatte Muskeln, nach der Länge und querverlaufend, wahrnehmen. Mit dieser glatten Muskulatur kommen an der Harnröhre des Mannes und

Weibes nach aussen von den glatten Fasern noch quergestreifte transversale Muskelbündel (*Musc. urethralis*) vor. Dass übrigens die Bindesubstanz der äusseren Faserhaut und der Schleimhaut durch zarte Fortsetzungen, die sich zwischen den contractilen Elementen hinziehen, in ununterbrochenem Zusammenhang steht, braucht wohl kaum besonders bemerkt zu werden.

Die Innenflächen der Harnwege decken die Zellen des Epithels; sie sind in mehren Lagen angehäuft, die unteren Zellen haben eine rundliche, die oberen eine ziemlich unregelmässige Gestalt, wobei jedoch kegelartige Formen vorwalten, endlich die zu äusserst gelegenen sind grosse Plattenzellen. Ausser dem blasigen Kern, der auch doppelt da sein kann, unterscheidet man eigenthümliche scharfgerandete Körner im Zelleninhalt. In der Harnröhre des Weibes ist das Epithel in den oberen Lagen aus abgeplatteten, in den unteren aus länglichen Zellen zusammengesetzt; in der männlichen Harnröhre sehen wir auch die obersten Zellen von cylindrischer Form.

Die feineren histologischen Verhältnisse, in welchen der Gefässglomerulus zu dem erweiterten Ende der Harnkanälchen steht, werden gegenwärtig noch von den verschiedenen Forschern in etwas abweichender Art aufgefasst. Manche lassen die Kapsel von den Gefässen einfach durchbohrt werden, was mir aber nicht richtig scheint, ich muss vielmehr der Ansicht *Remak's* beitreten, wornach der *Glomerulus* von einer zarten Bindesubstanz getragen wird, die er bei seinem Eintritt in die Kapsel von der bindegewebigen Wand des Harnkanälchens mitbekommt. Allerdings nähert sich diese Auffassung sehr der Lehre von *Bidder* und *Reichert*, der *Glomerulus* sei nicht wirklich in dem erweiterten Ende des Harnkanälchens, sondern liege nur in einer Einstülpung derselben; und auch die neuesten Mittheilungen *Remak's* über die Entwicklung der Nieren reden einer derartigen Auslegung das Wort. *Remak* ermittelte an den Nieren von Säugethierembryonen, dass der Gefässknäuel unabhängig vom Harnkanälchen zur Ausbildung kommt, worauf erst der *Glomerulus* vom Harnkanälchen „umwachsen“ wird. „Indem das letztere auf einen Gefässknäuel trifft, bildet es eine napfförmige eingestülpte Erweiterung, durch welche der Knäuel bis zur Eintrittsstelle seiner Blutgefässstämmchen allmählig umfasst wird.“

Dreiundvierzigster Abschnitt.

Vom Harnapparat der Wirbelthiere.

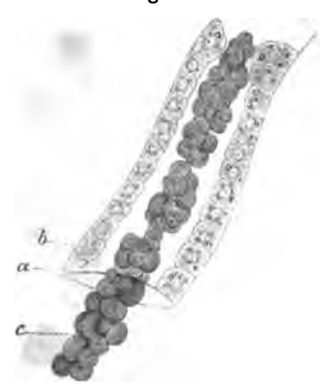
§. 420.

Harnkanälchen.

Die Nierenkanälchen der Säuger, Vögel, Reptilien und Fische behalten so ziemlich den gleichen Dickendurchmesser (nur beim *Proteus* schienen sie mir weiter als bei anderen Thieren zu sein) und bestehen aus der homogenen bindegewebigen *Tunica propria* und dem

Epithel, welches, wenn keine alterirenden Einflüsse vorausgegangen waren, die Innenfläche des Kanälchens immer so bekleidet, dass eine Lichtung offen bleibt. Den Inhalt der Zellen trifft man in sehr verschiedenen Zuständen, bald ist er wasserklar oder nur um Weniges körnig getrübt, bald zeigt er gelbe Körner und Krümeln, was man besonders häufig bei Amphibien (die Nieren der Ringelnatter z. B. haben bei manchen Exemplaren eine ganz gelbe Farbe) und Fischen wahrnimmt, ein andermal ist er reich an Fettpünktchen und grösseren Fetttröpfchen. Bei Vögeln und Fischen füllen mitunter fettartige Klumpen und krystallinische Massen das Lumen des Harnkanälchens an. So sah ich beim Stör lange, dunkle, wurstförmige Massen, welche die Lichtung der Harnkanälchen auf weite Strecken einnahmen und aus scharfconturirten, wie geschichteten Brocken von fettartigem Glanz zusammengesetzt waren; bei Knochenfischen (*Leucisci*) bestanden ähnliche Fettanhäufungen aus einfachen, rundlichen Klumpen, ohne so eigenthümlich geschichtet zu sein. Wenn bei Vögeln im Lumen der Harnkanälchen die krystallinischen Abscheidungen sehr beträchtlich sind, so erscheinen bei Betrachtung der unverletzten Niere die Kanälchen für das freie Auge wie von einer gelblich weissen Substanz injicirt.

Fig. 223.

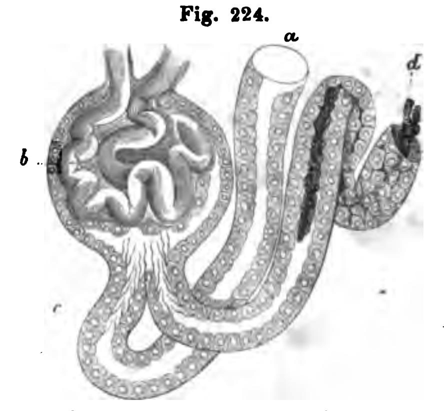


Aus der Niere des Störs:
a die Tunica propria eines Harnkanälchens, b die Epithelzellen, c die eigenthümlichen, wurstförmigen Massen von fettartigem Glanz und geschichtetem Aussehen im Lumen des Kanälchens. (Starke Vergr.)

Die Epithelzellen der Nierenkanälchen sind bei Säugern und Vögeln immer cilienlos, hingegen bei den zwei unteren Wirbelthierklassen, bei Reptilien und Fischen, geht ein Theil von ihnen in Wimperhaare aus. Auch die Urnieren der Batrachier und Saurier wimpern, was mir von Frosch- und Salamanderlarven, sowie von Embryen der *Lacerta agilis* und *Anguis fragilis* bekannt ist. Bei Fischen sind alle Zellen, mit Ausnahme jener, welche die Kapsel des *Glomerulus* auskleiden, flimmernde; bei den Reptilien wimpert nur der s. g. Hals

und das nächste Drittheil des Kanälchens. Die Cilien sind, namentlich bei den Selachiern, von beträchtlicher Länge, aber es scheint allgemein nur Ein Flimmerhaar auf einer Zelle zu sitzen; so ist es wenigstens beim Salamander, den Rochen; auch beim Frosch, wo die Cilien ebenfalls, wie man unter günstigen Umständen sieht, sehr lang sind, glaube ich erkannt zu haben, dass immer nur Ein Flimmerhaar zu einer Zelle gehört. Von den Schlangen (*Coluber*, *Vipera*) meldet dasselbe *Busch*.

Fig. 224.



Aus der Niere von Testudo graeca.
a zwei Harnkanälchen, welche eine Schlinge bilden, an deren Gipfel ein Malpighi'scher Körper b sich einlagert, c flimmernde Nierenzellen, d Harnconcremente.

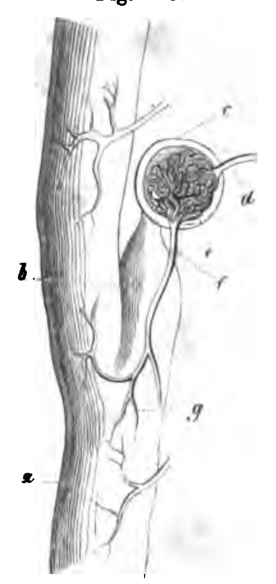
§. 421.

Verlauf der Harnkanälchen.

Berücksichtigen wir die Anordnung der Kanälchen, so sieht man sie bei Fischen und Reptilien im Allgemeinen mehr oder weniger gewunden verlaufen, wobei sie zuletzt entweder für sich unter Entwicklung einer beutelförmigen Anschwellung enden oder sie vereinigen sich zu Schlingen und erst der Gipfel der Schlinge buchtet sich zur Kapsel des *Glomerulus* aus. Eine ganz besondere Erwähnung verdienen die merkwürdigen Nieren der Myxinoiden, über deren Bau wir durch *Joh. Müller* unterrichtet worden sind und an denen uns gleichsam das Grundschema der Nierenstruktur vorliegt. Die ganze Niere nämlich besteht hier einfach aus einem langen, fadenförmigen Harnleiter, welcher in Distanzen kurze Harnkanälchen abgiebt, die nach einer halsartigen Verengerung mit einem Blindsäckchen enden, in dessen Grund ein Gefässglomerulus hängt. In den Nieren der übrigen Wirbelthiere vermehrt sich zwar die Zahl der Harnkanälchen, sie werden länger, winden sich, aber alle Differenzen erscheinen doch nur als weitere Ausführungen dessen, was bei der Niere der Myxinoiden vorgebildet ist. (Vergl. Fig. 225.)

In einer gewissen Stufenfolge ordnen sich ferner bei den verschiedenen Wirbelthieren die Harnkanälchen derartig, dass man von einer doppelten Substanz der Nierenmasse spricht. Schon bei

Fig. 225.



Ein Stück Niere von Bdellostoma Forsteri.
a Ureter, b Harnkanälchen, c kapselförmiges Ende, d Vas afferens, e Glomerulus, f Vas efferens, g Capillarnetz, aus welchem die Nierenvenen hervorgehen. (Nach *Joh. Müller.*)

Petromyzon Planeri scheidet sich für das freie Auge die Niere in einen äusseren oder hellen Theil und in einen inneren oder gefärbten, wo alsdann im hellen Abschnitt die Harnkanälchen ziemlich regelmässig quer, in leichten Schlängelungen ziehen, während sie in der gefärbten Partie etwas mehr gewunden sind. Bei den Fischen und Reptilien sammeln sich im Allgemeinen die Harnkanälchen in grössere Gänge, ohne vorher sich gestreckt zu haben, aber schon bei den Vögeln gesellt sich je eine Anzahl von Kanälchen unter Geradestreckung zu einem Büschel zusammen, der die erste Andeutung der Nierenpyramiden repräsentirt und in einen Ast des Harnleiters übergeht. Eine wirkliche doppelte Nierensubstanz (Rinde und Mark) unterscheidet man erst bei den Säugethieren, weil hier durchweg die vielfach geschlängelten Harnkanälchen zu einem Büschel, eine s. g. Pyramide vorstellend, zusammentreten, deren Spitze oder Nierenwärzchen gegen die Nierenkelche gerichtet sind. Eine seltene Abweichung ist, dass, wie beim Pferd und dem Schnabelthier, die Harnkanälchen in eine Furche ausmünden. (Eine nähere Untersuchung der Niere des Elephanten wäre sehr wünschenswerth, da nach *Cuvier* dieses Thier von allen Säugern die Ausnahme macht, dass bei ihm die beiden Substanzen der Niere nicht scharf von einander abgegrenzt sind. Die einzigen Andeutungen wären weissliche Streifen, die in der, gegen die gewöhnliche Regel äusserst weichen Nierensubstanz von der Warze gegen den Umfang

der Niere ausstrahlen und sich nicht weit von demselben verlieren.) Uebrigens sollen auch beim Kasuar (*Meckel*) und Perlhuhn (*E. H. Weber*) Warzen und Pyramiden vorhanden sein. — Die Oberfläche der Niere bei Vögeln und Schildkröten hat ein eigenthümliches Aussehen, was, wie ich nach Untersuchungen von *Testudo graeca* annehmen möchte, davon herrührt, dass die Nierenläppchen ineinander geschoben sind. Man erblickt da röthliche, schlangenförmige Windungen, oder die Blutgefässe, welche sich zu einer graugelben, aus den Harnkanälchen bestehenden Umhüllungsmasse wie Achsenstränge ausnehmen. Da in den Harnkanälchen ein breiiger Harn angesammelt ist, so erscheint die Substanz der Kanälchen gelb gesprenkelt. Die Niere der Knochenfische finden wir häufig durch und durch schwarz punktirt, was von extravasirten Blutkügelchen, die in Pigmentkörner sich umgewandelt haben, bedingt wird.

Fig. 226.



A Stück der Niere von Coecilia annulata, schwach vergr.
a der Harnleiter, b der Sammelgang, welcher aus jedem Läppchen der Nierensubstanz c herausführt.

B Ein Stück aus der Niere vom Delphin, zweimal vergrössert.
a die Rindensubstanz, b die Marksubstanz eines Nierenläppchens, c die Papille desselben.

Ausserdem zeichnen sich die Nieren mancher Knochenfische noch durch eine ganz besondere Eigenschaft aus, die mir bis jetzt unverständlich geblieben ist. Beim Saibling (*Salmo salvelinus*) enthält der vorderste Theil der Niere keine Harnkanälchen mehr, sondern, obschon er für das freie Auge sich wie die übrige Nierenmasse ausnimmt, er besteht aus einem zarten bindegewebigen Fachwerk, Blutgefässen und viel Pigment, welches wie anderwärts von veränderten Blutkügelchen herrührt; dazu kommen aber in überwiegender Menge runde farblose Zellen, vom Aussehen der Lymphkügelchen, ihr Kern ist einfach oder in der Theilung begriffen. Eine Art von *Leuciscus*, welche ich hierauf prüfte, bot in der obersten Nierenportion dasselbe dar: keine Harnkanälchen, sondern Massen farbloser Zellen und bräunlicher Körner, die sich wie verödete Blutkügelchen ausnehmen. Uebrigens lehrte weiteres Nachsehen, dass in der ganzen übrigen Niere die Harnkanälchen in eben solche Substanz gebettet waren. Auch *Cottus gobio* und *Esox lucius* verhielten sich wie die vorhergehenden Fische.

§. 422.

Bei manchen geschwänzten Batrachiern (*Triton*, *Salamandra*, *Proteus*) haben sich vom vorderen Ende der Niere einzelne Läppchen abgelöst, die richtiger den Namen Nebenhoden führen, da sie durch die Verknäuelungen der Hodenausführungsgänge gebildet werden; beim Landsalamander und Proteus vermisse ich auch in diesen vordersten, abgelösten Nierenstückchen die Erweiterungen oder Kapseln der Kanälchen, sowie die *Glomeruli*, und erst im Anfange der zusammenhängenden Nierenmasse traten diese Bildungen auf. In Uebereinstimmung mit solchen Unterschieden im Bau haben auch beim Proteus die isolirten Nierenlappen oder Nebenhoden eine weissliche Farbe, während die Niere selber röthlich erscheint.

§. 423.

Glomeruli.

Die Malpighi'schen Gefässknäuel kommen den Nieren aller Wirbelthiere zu, doch variiren sie in den verschiedenen Klassen etwas nach Zahl, Grösse und Art der Verknäuelung. Nicht sehr zahlreich dünken sie mir in der Niere des Proteus zu sein; ähnlich möchte ich mich bezüglich der Plagiostomen ausdrücken, denn trotz des grossen Gefässreichthums, welchen das Organ im Ganzen hat, zählte ich bei einer jungen *Raja batis* für jede Niere ungefähr 20 *Glomeruli*. In viel bedeutenderer Menge trifft man sie bei anderen Thiergruppen. Was die Grösse anbelangt, so dürften die der Vögel zu den kleinsten zählen, grösser sind jene der Fische und Säuger; die beträchtlichsten erblicken wir bei den Amphibien und unter diesen stehen wieder die des Proteus oben an. Den absolut grössten *Glomerulus* besitzt übrigens die vordere Partie der Niere bei Batrachierlarven, die s. g. Müller'sche Drüse, wo er auch bezüglich seiner Lage das Eigene hat, dass

er nicht in der Erweiterung eines Kanales steckt, sondern bloss neben der Müller'schen Drüse, an deren innerer Seite liegt. Bei Fischen, Amphibien und Vögeln scheinen die *Glomeruli* nur durch Verknäuelungen eines einzigen Gefässes von Capillarstruktur zu entstehen, ja bei Nattern und besonders bei *Coronella austriaca* soll hin und wieder nach *Hyrtl* der *Glomerulus* auf eine einfache Gefässkrümmung reduzirt sein, wozu ich jedoch bemerken möchte, dass ich gerade bei der zuletzt genannten Art ganz echte verknäuelte *Glomeruli*, etwas kleiner als die der Frösche, in den blinden erweiterten Enden der Harnkanälchen wahrnehme; und dass auch hier Theilungen des Gefässrohres vorkommen, hat *Busch* (Müll. Arch. 1855) gesehen. Andererseits wird bei den Säugern vielleicht allgemein der Malpighi'sche Körper nicht bloss durch Verschlingung, sondern auch durch Verästelung des Blutgefässes zu Wege gebracht.

Fig. 227.



Glomerulus eines Säugethieres (Rind).

Die fingerförmigen Fettlappen, welche mit den Nieren der ungeschwänzten Batrachier zusammenhängen, zeigen nach der Jahreszeit eine sehr verschiedene Ausbildung. Untersucht man sie im Winter in ihrem eingeschrumpften Zustande, so findet man sie aus einem gefässhaltigen Bindegewebe zusammengesetzt, dessen rundliche Zellen oder Bindegewebskörperchen sehr zahlreich sind; es lässt sich dann auch feststellen, dass in jedem Lappen ein stärkeres Blutgefäss (bei *Cystignathus ocellatus* aus der Spitze der Niere kommend) sich aufwärts schlängelt. In anderen Zeiten sind die Zellen des Bindegewebes prall mit Fett gefüllt und damit die Lappen im Ganzen schön gelb gefärbt. Ein Epithel überzieht die Oberfläche. Aehnlich verhalten sich wohl auch die streifenförmigen Fettlappen der geschwänzten Batrachier.

§. 424.

Ableitende Harnwege.

Die Harnleiter, sowie die Harnblase der niederen Wirbelthiere bestehen aus Bindegewebe, das innen von Plattenepithel überzogen ist; sehr gewöhnlich sind auch bei Fischen und Reptilien in die Wandungen der Harnblase glatte Muskeln eingewebt, deren netzförmige Verflechtung man sehr leicht und schön an der dünnwandigen Harnblase der Frösche, Kröten, Tritonen etc. sich vor-

führen kann. Bei *Bombinator igneus* schienen mir die Kerne der Muskeln eine ungewöhnliche Länge zu haben. In die äusseren Bindegewebslagen der Harnleiter kann auch mehr oder weniger Pigment abgesetzt sein. Der *Ureter* der Batrachier, welcher, wie bekannt, zugleich Samenleiter ist, steht noch bei den männlichen Thieren mit dem Ausführungsgang des Wolf'schen Körpers (Müller'sche Drüse) in Communikation, der bald höher, bald tiefer, wie das nach den Arten verschieden ist, in ihn einmündet und an seinem vorderen Ende ein *Orificium* hat. Er besteht aus einer bindegewebigen, hellen, homogenen Membran und einem Epithel, das beim Frosch, der Feuerkröte im obersten Abschnitt flimmert; die Zellen sind hier cylindrisch, im sonstigen Kanal rund.

Ueber die Harnwege der Vögel sind bisher keine histologischen Untersuchungen angestellt worden, auch bezüglich der Säuger verfügen wir nur über eine geringe Anzahl von Erfahrungen. Unsere Haussäugethiere zeigen grosse Uebereinstimmung mit den menschlichen Strukturverhältnissen; so besitzt das Epithel der Ureteren und der Blase dieselben eigenthümlichen Inhaltskörner und die mehrfachen Kerne, wie solches oben vom Menschen erwähnt wurde, auch sind in der Harnröhre die Schleim- oder Littre'schen Drüschen vorhanden (beim Rind sehe ich sie von baumartig verästelter Form, die blinden Enden etwas geknäuelt). Eigenthümlich stellt sich mir die Harnröhre des Maulwurfes dar. An der *Pars membranacea* ist die quergestreifte Muskellage des *Musculus urethralis* sehr stark, darunter liegt eine ebenfalls mächtige Schicht glatter Muskeln, welche mit denen der Harnblase zusammenhängen. Schneidet man die Harnröhre der Länge nach auf, so sieht man sie, was auch schon äusserlich sichtbar ist, gegen die *Pars cavernosa* zu kugelig erweitert und in diesem Abschnitt eine sehr entwickelte Drüsenschicht der Schleimhaut. Die Drüsen sind einfache, rundlich ovale Säckchen mit runder Oeffnung und ausgekleidet von feinkörnigen Zellen. Die Drüsenlage beschränkt sich auf die Erweiterung, ober- und unterhalb derselben erscheint die Schleimhaut drüsenlos.

Das wichtigste Ergebniss, welches unsere Zeit in der mikroskopischen Anatomie der Nieren ermittelt hat, besteht in dem Nachweis des Zusammenhanges der Kapsel des *Glomerulus* mit dem Harnkanälchen und diese Entdeckung hat *Bowman* 1842 gemacht. Allerdings hatte schon ein Jahr vorher (1841) *Joh. Müller* den oben angezogenen Bau der Niere der *Myxinoiden* erkannt, von der man doch behaupten darf, dass sie *in nuce* die Nierenstruktur der übrigen Wirbelthiere enthält.

Da das Epithel der Nierenkanälchen bei den verschiedensten Thieren in einer und derselben Niere bald von körnigem Inhalt ist, bald mehr hell sich zeigt, auch das Kaliber der Kanälchen verschieden weit ist, so glauben manche Beobachter zweierlei Kanäle unterscheiden zu müssen. *Mandl* z. B. hat solches bezüglich des Frosches und *Patruban* für die menschliche Niere gethan.

Bei den Batrachiern stehen die Ausführungsgänge des Hodens in einer eigenthümlichen Beziehung zu den Nieren, in welcher Hinsicht ich verweise auf:

Bidder, Unters. üb. die Geschlechts- u. Harnwerkzeuge der Amphibien, 1846, *v. Wittich*, Beiträge zur morphologischen und histologischen Entwicklung der Harn- und Geschlechtswerkzeuge der nackten Amphibien, 1853, *Leydig*, anatomisch-histol. Untersuch. üb. Fische u. Rept., 1853.

Vierundvierzigster Abschnitt.

Von der Niere der Wirbellosen.

§. 425.

Die Harnorgane der Evertebraten scheinen nach ihrem Bau in zwei Haupttypen auseinander zu gehen. Bei der einen Gruppe besteht die Niere aus distinkten Kanälen, bei der anderen zeigt sie sich als cavernöses Gebilde; man beobachtet die erstere Form bei Würmern und Arthropoden, die zweite bei Mollusken.

Von den Nieren der Würmer war bereits oben die Rede, da es dieselben Kanäle sind, welche bis jetzt gewöhnlich als wasserführende Respirationsorgane gelten und an ihrem unteren Abschnitt Sekretionszellen oder auch selbständige Drüsen führen. Bei den Trematoden, wo die Kanäle unter dem Namen Excretionsorgan bekannt sind, kann sich in ihnen ein körniges oder auch krystallinisches Sekret abscheiden, das nach *Gorup-Besanez, Will* und *Wagener* die Reaktionen des Guanin zeigt.

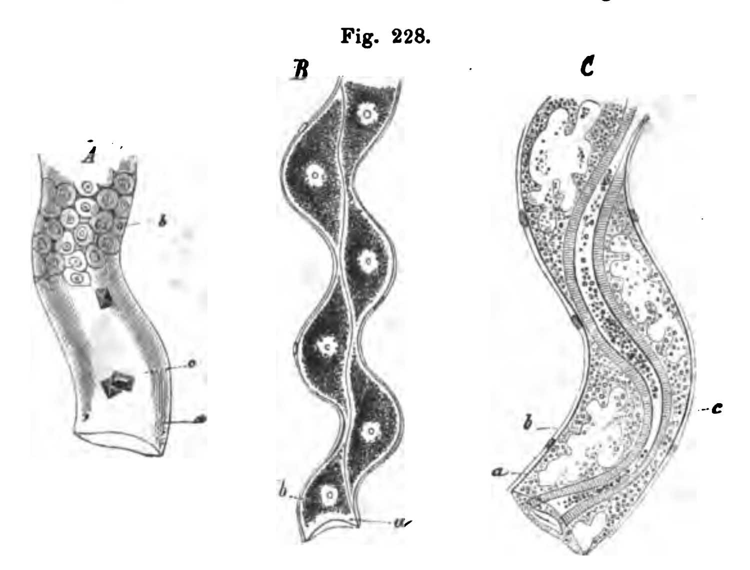
§. 426.

Malpighi'sche Gefässe.

Bei Insekten, Arachniden und Myriapoden stellen die s. g. Malpighi'schen Gefässe die harnbereitenden Organe vor. Die Kanäle sind fast bei allen Insekten und Myriapoden einfach, seltener bei gewissen Schmetterlingen, den *Sphinges* z. B. und einigen Käfern (*Melolontha* z. B.), gegen das blinde Ende zu mit kurzen Blindsäckchen besetzt; bei den Spinnen verästeln sich die Malpighi'schen Gefässe und münden in einen flaschenförmigen Blindsack am Ende des Darmkanales ein. Auf ihren Bau betrachtet, bestehen sie immer aus der homogenen *Tunica propria*, die nach aussen wohl allgemein in weichere, mit Kernen versehene, tracheenhaltige Bindesubstanz übergeht; ihrer inneren Seite liegen die Sekretionszellen an. Letztere sind entweder kleine Zellen, z. B. in *Julus terrestris*, oder man hat grosse, sogar sehr grosse Zellen vor sich, z. B. bei *Formica, Bombus, Apis, Nepa* u. a., wo ungefähr vier oder drei Zellen den Umfang des Kanales einnehmen; bei *Coccus hesperidum* sind sie so beträchtliche Blasen,

dass sie nur in einfacher Reihe im Harnschlauch hintereinander liegen und daher, im Falle man sie besonders entwickelt trifft, dem Malpighi'schen Gefäss ein knotiges Aussehen geben. Auch bei manchen Schmetterlingen sind die Zellen oft ausserordentlich gross.

Fig. 228.



A Malpighi'sches Gefäss von Julus terrestris; a Tunica propria, b die Sekretionszellen, c Harnkrystalle.

B Malpighi'sches Gefäss von Coccus hesperidum: a, b wie bei A.

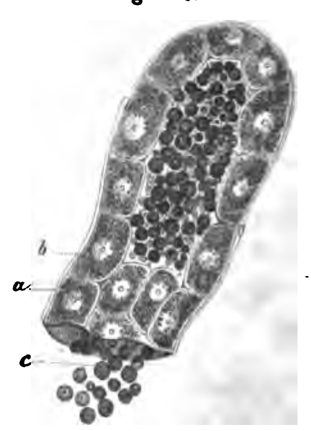
C Malpighi'sches Gefäss von Phryganea grandis: a Tunica propria, b Sekretionszellen mit verästelten Kernen, c Tunica intima. (Starke Vergr.)

Der Kern der Harnzellen ist meist sehr markirt, blasig, mit einem oder mehren, selbst bis fünf Kernkörperchen. In den so riesigen Zellen der *Lepidopteren* kann sich der Kern verästeln, so bei *Colias Brassicae* und *Papilio Machaon*, wo übrigens die Fortsätze des Kerns kurz und breit sind, bei *Cossus ligniperda* sind die Kerne langgestreckt, verästelt, die Ausläufer auch wohl netzartig verbunden (*Meckel*).

Auch der Zelleninhalt ist ein wechselnder, klar und homogen oder blasskörnig z. B. bei *Julus terrestris*; häufiger erscheint der körnige Inhalt gefärbt, schwachgelb bei *Aeshna grandis*, *Forficula auricularia*, *Gryllus campestris*, *Locusta viridissima*, den meisten Käfern u. a., röthlich beim Mistkäfer, bei *Cossus ligniperda*, bräunlich bei *Coccus hesperidum*, sehr häufig weiss bei vielen Insekten und Arachniden. Die Zelle kann dergestalt mit Inhaltskörnchen vollgepfropft sein, dass der Kern dadurch ganz verdeckt wird. Durch Auflösung der Zellen sammelt sich das Sekret in Form von Körnchen oder von geschichteten Kugeln im Lumen des Harnschlauches an, häuft sich

auch gern, namentlich bei Spinnen, als weisser Brei-an und besteht chemisch aus Harnsäure und harnsauren Salzen; bei Arachniden hat man auch Guanin gefunden. Seltener kommen Krystalle in der Lichtung des Malpighi'schen Gefässes zur Beobachtung, ich fand farblose Oktaeder bei *Julus terrestris*, doch nicht gerade in grosser Anzahl. *H. Meckel* hatte schon früher quadratpyramidalische Krystalle, die zum Theil homogen weiss, zum Theil aus zwei weissen und einer mittleren rothen Schicht bestanden, aus der Raupe von *Sphinx convolvuli* beschrieben. Ich treffe ferner, und zwar in reichlichster Menge oktaedrische Krystalle im Lumen der Nierenkanäle von der Raupe des *Bombyx rubi*. (Da bei Wirbellosen theilweise mit Sicherheit zu sehen **ist**, dass die harnsauren Salze in Form von Krystallen und Concrementen den Inhalt der Zellen bilden, so dürften doch die Nieren der beschuppten Reptilien und Vögel von Neuem zu prüfen sein, ob nicht auch da die Zellen sich in derselben Weise an der Sekretion des Harns betheiligen.)

Fig. 229.



Stück eines Harngefässes von Ixodes.
a Tunica propria, b die Sekretionszellen, c die Harnconcremente. (Starke Vergr.)

Eine homogene *Intima*, wie sie an den Speicheldrüsen der Insekten und der Leber der Krebse die Sekretionszellen überdeckt, mangelt in den Malpighi'schen Gefässen nach *H. Meckel*. (Doch vergl. hierüber den „Anhang zu den Harnorganen der Wirbellosen“ §. 431.)

§. 427.

Nieren? der Krebse.

Ueber die Harnorgane der Krebse befindet man sich noch im Unklaren. Gegenwärtig sprechen mehre Forscher das bekannte grüne Organ des Flusskrebses, welches hinter der Basis der äusseren Fühler im unteren Theile des Gehäuses liegt und aus einem vielfach ineinander geknäuelten Kanal mit *Tunica propria*, körnigen Inhaltszellen und deutlich bleibendem Lumen besteht, als Niere an, auch will man Gua-

nin darin gefunden haben. Dieser Deutung kann ich mich nicht anschliessen, da ich in der grünen Drüse des Flusskrebses das Analogon jener eigenthümlichen „Schalendrüse“ erblicke, welche dem *Argulus*, den Phyllopoden, den Daphnoiden und Cyklopiden zukommt. Am längsten bekannt ist dies Organ von *Apus*, dann habe ich dasselbe vom *Argulus* beschrieben, wo es einen in sich zurückkehrenden Drüsenschlauch bildet, ferner von *Artemia* und *Branchipus*, wo es einen in Windungen aufgerollten Schlauch darstellt, welcher in dem stark vorspringenden Höcker hinter den Kiefern liegt. Neuere Untersuchungen haben mir gezeigt, dass das Organ auch bei *Sida*, *Daphnia*, *Lynceus* und *Cyclops* vorhanden ist und immer aus einem bald einfachen, bald mehrfach geknäuelten und in sich blind geschlossenen Kanal besteht, worüber ich die Einzelheiten an einem anderen Orte zu veröffentlichen gedenke. Dass besagte „Schalendrüse“ die Niere vorstelle, lässt sich mit nichts stützen, auch spricht gegen eine derartige Auffassung, dass man bei sehr jungen Cyclopslarven (s. meine Abhandl. über Rotatorien) an einer anderen Körpergegend eine Art Harnabscheidung bemerkt. Man beobachtet nämlich, dass der Darm gegen das Hinterleibsende zu und zwar an der unteren Fläche eine Verdickung hat, hervorgebracht durch grosse klare Zellen, deren Inhalt aber bei auffallendem Licht weiss, bei durchgehendem schwärzlich sich zeigt. Denn das *Contentum* der Zellen bilden Concretionen, wie man sie aus der Niere anderer wirbelloser Thiere kennt: es sind Kugeln von schmutzig gelber Farbe, die bei sehr starker Vergrösserung ein geschichtetes Aussehen bekommen, von Essigsäure werden sie langsam angegriffen, Kalisolution löst sie. Vergleicht man zahlreiche Individuen auf das weitere Verhalten fraglicher Concremente, so wird ersichtlich, dass sie allmählig zerbröckeln, nach und nach zu einer pulverförmigen Masse zusammenfallen und in entwickelteren Larven (solchen mit vier Paar Beinen) ganz geschwunden sind. Diese Beobachtung dürfte wohl darauf hinleiten, die Nieren der Krebse in jenen „bisher nur wenig beachteten Blindschläuchen zu suchen, welche an verschiedenen Stellen zwischen Pylorus und Mastdarm in den Darmkanal einmünden“ und in denen schon vor Jahren *v. Siebold* die Harnwerkzeuge der Krebse vermuthet hat.

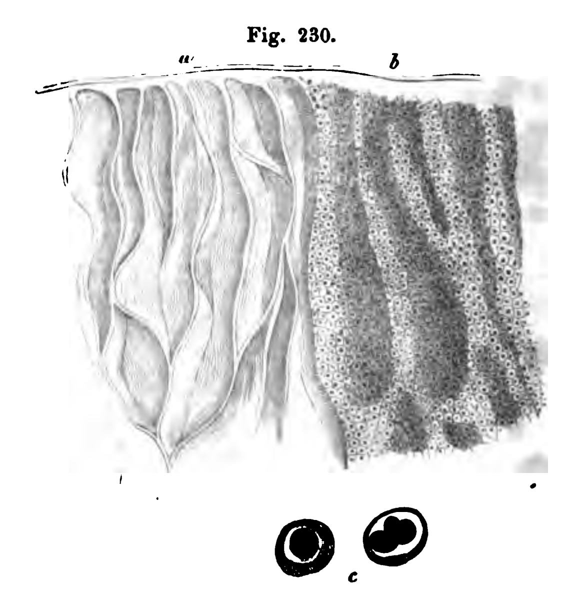
§. 428.

Niere der Mollusken.

Die Niere der meisten Mollusken zeigt das Gemeinsame, dass die Drüse ein sackartiges, durch Vorspringen zahlreicher Falten und Blätter cavernöses Gebilde vorstellt. Das Fachwerk des Organes besteht entweder bloss aus heller Bindesubstanz, die zahlreiche Zellen und Kerne in sich einschliesst, so bei Acephalen, den Gasteropoden, in welchem Falle natürlich die Niere sich nicht zusammenzuziehen vermag, oder es flechten sich Muskeln in das bindegewebige Balkennetz ein, was man bei Ptero- und Heteropoden, sowie bei den Cepha-

lopoden wahrnimmt. Die Niere erscheint alsdann contractil. Es däucht mir, als ob nach der muskulösen oder nicht muskulösen Beschaffenheit des Balkenwerkes der Niere auch die Anordnung der Vorsprünge etwas Abweichendes habe. An der Niere unserer *Helices* wenigstens sind die nach innen vorspringenden bindegewebigen Falten zwar hoch, aber sehr dünn und in den Hauptzügen senkrecht gestellt, hingegen an der Niere der Cephalopoden sah ich, wie das Trabekelwerk aus ganz unregelmässigen, durcheinander geflochtenen Balken zusammengesetzt war. Die freien Flächen der cavernösen Räume werden von den Sekretionszellen überkleidet, welche nur bei den Acephalen (*Cyclas*, *Unio*, *Anodonta* z. B.) flimmern und ohne Cilien bei den übrigen Mollusken sind. In ihrem Inneren, und zwar, wie *H. Meckel* zuerst zeigte, in besonderen Sekretbläschen der Zellen werden die Harnconcremente sichtbar; sie treten auf unter der Form kleiner Körner (bei Najaden, *Lithodomus* z. B.), die sich vergrössern und zu schaligen Kugeln werden (bei Gasteropoden), auch sieht man krystallinische Bildungen.*) Dergleichen Harnniederschläge färben die Nieren weiss,

Fig. 230.



Ein Stück Niere der Helix hortensis von innen angesehen und mässig vergrössert.

Bei a erblickt man die ins Innere vorspringenden Blätter, von denen die Nierenzellen abgestreift sind, bei b decken letztere noch als Epithel die blätterigen Vorsprünge, c zwei Nierenzellen bei starker Vergr.

---

*) Entgegen der herkömmlichen Annahme findet *Schlossberger* (Annal. der Chem. u. Pharm. 98. 3) in den Concrementen der Nieren der Muscheln keine Harnsäure; die Mineralbestandtheile des Concrementes sind hauptsächlich phosphorsaure Erden.

gelb, auch grün (bei *Paludina vivipara*). Mag auch das Organ selbst nicht flimmern, so geschieht dies doch im Ausführungsgang, wenigstens bei den Gasteropoden; übrigens sind auch im flimmernden Ausführungsgang der Niere von Muscheln die Cilien auffallend länger, als in der Drüse selber. Bei *Cyclas* z. B. findet man die Cilien der Sekretionszellen von so äusserster Feinheit, dass sie eigentlich nur an ihren Wirkungen wahrnehmbar sind, während sie im Ausführungsgang eine ganz bedeutende Länge haben.

(Bei *Cymbulia* und *Clio* ist die Niere nach *Gegenbaur* ein einfacher Sack oder Schlauch, ohne spongiöses Gewebe, ebenso bei *Phyllirrhoë*, *Polycera* u. a.; bei diesen Thieren bleibt das Organ gewissermaassen auf der Stufe stehen, welche es bei anderen [*Cyclas cornea* z. B.] nur im Embryonalleben hat. Bei *Ostrea* und *Mytilus* ist, was man schon länger weiss und wie auch *v. Hessling* bestätigt, die Niere kein eigener Sack, wie bei den anderen Lamellibranchien, vielmehr sitzen die Zellen, welche die Harnbestandtheile einschliessen, den in das Herz eintretenden Venen und der Vorkammer direkt auf. Auch die Niere von *Teredo* ist nach *Frey* und *Leuckart* „ein schwärzlicher Beleg des Vorhofes.")

§. 429.

Welche Organe der Echinodermen man für Nieren halten soll, darüber herrscht bekanntlich noch grosses Dunkel. Ich hege die Vermuthung, dass bei *Echinus* die s. g. Ambulakralbläschen mit der Harnsekretion betraut seien und stütze mich dabei auf folgende Gründe. Die Ambulakralbläschen sind keine simplen Säckchen mit muskulöser Wand, sondern, wie ich gezeigt habe (*Müll.* Arch. 1854), auch der Innenraum der Säckchen wird von Muskelbündeln durchzogen, die sich zu Netzen verbinden und eine Art Trabekulargewebe herstellen. Es sind

Fig. 231.

Ambulakralbläschen von Echinus esculentus.
a die Muskeln der Hülle, b die muskulösen Balken durch den Hohlraum des Organes, c eigenthümliche zellige Gebilde, welche im Innern herumtreiben.

daher die betreffenden Organe nach dem Typus der contractilen Niere von Mollusken gebaut. Damit vereinigt sich, dass die zelligen Elemente in den Maschenräumen scharfconturirte Inhaltskörperchen besitzen, die durchaus an Harnconcremente anderer Wirbellosen erinnern, und endlich würde die Thatsache, dass Wasser-Blut ihr Inneres füllt, nur in Uebereinstimmung stehen mit dem, was wir bezüglich dieses Punktes über die Niere der Mollusken wissen. Auch für die Niere der Mollusken liesse sich ja der Satz rechtfertigen, dass sie „lediglich Appertinentien des Gefässsystemes“ seien, unter welchen allgemeinen Ausdruck *Joh. Müller* die Ambulakralbläschen gebracht hat.

§. 430.

Physiologisches.

Die physiologische Leistung der Nieren besteht darin, die Zersetzungsprodukte, in welchen sich der Stickstoff der organischen Theile befindet, aus dem Körper zu entfernen. Bei den Wirbelthieren gesellt sich hierzu noch die Ausscheidung grosser Wassermengen und mit dieser letzteren Funktion stehen zweifelsohne die Malpighi'schen Gefässknäuel in Beziehung.

Ein Gegenstand, auf den noch sorgfältige Untersuchungen gerichtet werden müssen, ist die Niere der Mollusken bezüglich ihrer Aufnahme oder Abscheidung von Wasser. So viel ist sicher, dass innerhalb der Maschenräume der Niere bei den im Wasser lebenden Gasteropoden, Ptero- und Heteropoden, Cephalopoden und wahrscheinlich auch Acephalen eine Mischung von Blut und von Wasser stattfindet. Bei *Paludina vivipara* dient hierzu ein grosser flimmernder Sack, der durch eine oder zwei Oeffnungen, jede von einem Ringmuskel umschlossen, in die Niere sich öffnet, während das vordere Ende dieses Behälters durch ein kleines Loch, ebenfalls von einem *Sphincter* umgeben, mit der Kiemenhöhle communicirt. Bei Ptero- und Heteropoden mündet die Niere unmittelbar nach aussen, ebenso bei den Acephalen in die Mantelhöhle, bei den Cephalopoden geschieht die Verbindung durch die nach aussen führenden sogenannten Seitenzellen. Allein, worauf bereits oben (s. Respirationsorgane) hingedeutet wurde, es ist noch nicht mit Bestimmtheit festgestellt, ob das Wasser in der Niere zunächst von aussen eingeströmt ist, oder ob nicht vielmehr, was mir richtiger scheint und sich eher mit den bekannteren Verhältnissen bei Wirbelthieren verknüpfen liesse, durch die Niere das verbrauchte Wasser-Blut ausströmt. Das Einlassen des frischen Wassers in die Körper-Bluträume muss alsdann durch die Porenkanäle der Haut erfolgen.

Die Nierenzellen der Wirbelthiere scheinen nie (?) krystallinische oder schalige Concremente einzuschliessen, während solches bei manchen Wirbellosen entschieden der Fall ist, und andererseits spricht die letztere Erscheinung auch dafür, dass der Harn so wenig, wie das Sekret anderer Drüsen einfach durch Filtration aus dem Blute abgeschieden

werde, sondern dass gewisse Bestandtheile desselben in den Harnzellen erst bereitet werden.

Der normale, frische Urin der Säuger, Batrachier und vieler Fische entbehrt der geformten Bildungen, höchstens erblickt man in ihm einzelne Fetttröpfchen; im Harn der Vögel und beschuppten Reptilien scheiden sich schon innerhalb der Nierenkanälchen harnsaure krystallinische Verbindungen in grosser Menge aus, und es erscheint daher der Urin für das freie Auge als weissliche breiige Substanz. Bei manchen Fischen enthalten, wie oben erwähnt, die Harnkanälchen kuglig geschichtete Massen von fettartigem Aussehen, auch mag bemerkt sein, dass ich in der Harnblase von *Dactyloptera volitans* sehr zahlreiche, helle, spiessige Krystalle, in Gruppen beisammen liegend, angetroffen habe.

Unter den Insekten sollen die *Malpighi*'schen Gefässe den Gattungen *Coccus*, *Chermes* und den *Aphiden* fehlen. Von *Coccus hesperidum* habe ich sie jedoch nachgewiesen (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1858). — Um die Niere der Mollusken zu studiren, ist das Liegenlassen des Thieres in doppeltchromsaurem Kali sehr zu empfehlen. Die Sekretionszellen streifen sich dann leicht in schöner epithelartiger Anordnung von den Falten weg, und letztere zeigen ihren Verlauf und ihre Verbindungen deutlich. An solchen Präparaten habe ich auch grössere Klumpen zusammengebackener Blutkügelchen in den Hohlräumen der Niere wahrgenommen. — In den Nieren unserer *Helices* hält sich ein eigenthümlicher Parasit auf, oft zu mehren Hunderten, der in der Furchung begriffenen Eiern auf's Täuschendste ähnlich sieht. Die räthselhaften Gebilde sind sehr sorgfältig beschrieben in der Abhandlung: über Parasiten in der Niere von *Helix* von Dr. *Hermann Kloss*, aus den Schriften der Senkenberg'schen Ges. in Frankfurt.

Bei den Anthozoen (*Actinia* z. B.) werden die sog. Mesenterialfilamente für die Nieren gehalten; schon *Bergmann* und *Leuckart* vermuthen diess, etwas bestimmter spricht sich *Carus* (Syst. d. Morph.) hierfür aus. — Aus der Gruppe der Akalephen hat *Kölliker* von *Porpita* eine Niere beschrieben, die sich als eine milchweisse Platte darstellt und aus einem feinschwammigen Gewebe besteht, dessen Hohlräume vorwiegend mit dunklen, krystallinischen Körnern angefüllt sind, die Guanin zu sein scheinen. Den gleichen Stoff glaubt *V. Carus* auch in den Zellen der Mesenterialfilamente der Polypen sowie in den Mastdarmblindsäcken der Asterien und im *Cuvier*'schen Organ der Holothurien erkannt zu haben (a. a. O. S. 121). — Bei den Ascidien (*Phallusia* z. B., woher ich sie aus eigner Anschauung kenne), beobachtet man in der drüsigen den Traktus umgebenden Masse geschlossene Blasen, welche bedeutend grosse Concretionen enthalten. Es liegt nahe, die Blasen auf ein Harnorgan zu beziehen, doch sind weitere Untersuchungen abzuwarten.

Anhang zu der „Niere der Wirbellosen.“

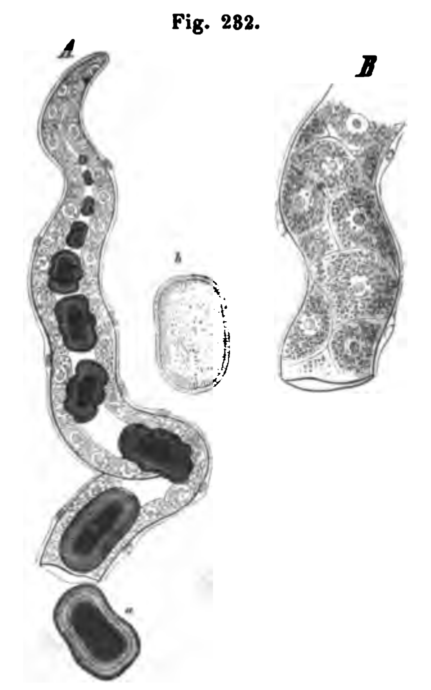
§. 431.

Die voranstehenden Paragraphen waren bereits so niedergeschrieben, wie sie dastehen, als ich noch einmal die Untersuchung

der s. g. Malpighi'schen Gefässe aufnahm und dabei auf Thatsachen stiess, die mir die gegenwärtig allgemein angenommene Lehre, es seien gedachte Organe lediglich als Harngefässe anzusehen, sehr zweifelhaft machen, vielmehr muss ich aus dem gleich Mitzutheilenden folgern, dass es zweierlei s. g. Malpighi'sche Gefässe gebe, von denen die einen die Harngefässe, die anderen aber Gallengefässe repräsentiren.

Zuerst wurde ich an der Maulwurfsgrille (*Gryllotalpa*) darauf aufmerksam, dass von den in starkem Büschel oder Quaste vorhandenen Malpighi'schen Gefässen die einen ein gelbliches Aussehen haben, die anderen ein weissliches. Im mikroskopischen Verhalten unterscheiden sich nun beide nicht wenig. Die weisslichen, welche in der Minderzahl vorhanden sind, haben in ihrem Lumen sehr umfängliche Concretionen, welche von der Spitze des Kanales nach der Mündung hin immer grösser werden, von Form rundlich, oval, auch bisquitförmig sind, auch dem Maulbeerförmigen sich nähern; sie geben den Kanälen das weissliche Ansehen und sind bei durchfallendem Licht bräunlich schwarz, gerade wie die, freilich kleineren Concremente in der Niere der Schnecken. Nach Zusatz von Kalilauge schwindet

Fig. 282.



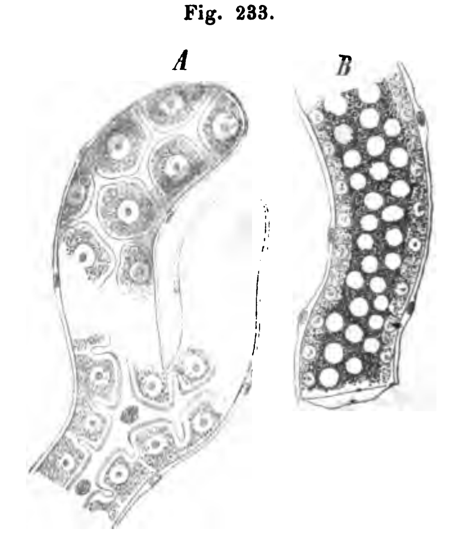
Die zwei Arten Malpighi'scher Gefässe von der Maulwurfsgrille
A Die weissen: a die Concremente, b ein solches nach Behandlung mit Kalilauge.
B Die gelben Malpighi'schen Gefässe. (Starke Vergr.)

das dunkele Ansehen und es bleibt von der Concretion eine blasse, dickwandige Kapsel zurück, die gleichen Umrisse behaltend. Die Kapsel, von oben angesehen, ist punktirt und streifig im Profil, so dass man an Porenkanäle denken kann. Die Sekretionszellen dieser Kanäle schliessen einen blasskörnigen Inhalt ein. Die homogene *Tunica propria* geht nach aussen in eine zarte, kernhaltige Schicht über.

Die gelblichen Malpighi'schen Gefässe, deren Zahl weit die eben geschilderten überwiegt, haben wohl dieselbe *Tunica propria*, welche sich in eine homogene, scharfgerandete innere Schicht und in eine äussere zarte, kernhaltige scheidet, aber die Sekretionszellen schliessen einen gelbkörnigen Inhalt ein, welcher in Kalilauge ausharrt. Von den Concrementen ist hier keine Spur. Sehr bequem vermag man schon an ganz jungen, ½ Zoll langen Individuen den Unterschied dieser zwei Arten Malpighi'scher Gefässe erkennen; die Concremente in den weisslichen Kanälen sind hier natürlich kleiner, als beim erwachsenen Thier.

Recht bedeutend ist auch beim Maikäfer (*Melolontha vulgaris*) der Unterschied zweier Arten von Malpighi'schen Gefässen. Die einen sind die bekannten gefiederten, deren Seitenkanäle einfach oder gablig erscheinen, auch wohl von hirschgeweihartiger Bildung. Diese Malpighi'schen Gefässe sind für das freie Auge hell oder leicht gelblich; es existirt aber eine zweite Art Kanäle, die von Farbe weiss und nicht gefiedert sind. Das histologische Verhalten ist auch bei beiden ein verschiedenes: die Sekretionszellen der gelben Kanäle besitzen einen blassen oder gelbkörnigen Inhalt und über die Zellen weg geht

Fig. 233.



Die zwei Arten Malpighi'scher Gefässe vom Maikäfer.
A die gelben, B die weissen. (Starke Vergr.)

wie eine verdickte Membran eine Art *Cuticula* oder *Intima*, aber von so weicher Beschaffenheit, dass sie nicht einmal in Essigsäure haltbar ist, sondern sich löst; im Lumen des Kanales trifft man auch einzelne gelbe Körnerklümpchen, die an Lebersekret erinnern. — In den weissen Malpighi'schen Gefässen zeigt sich als Zelleninhalt die bekannte dunkelgranuläre, in Kalilauge schwindende Masse in solcher Menge, dass die Kerne nur durchschimmern.

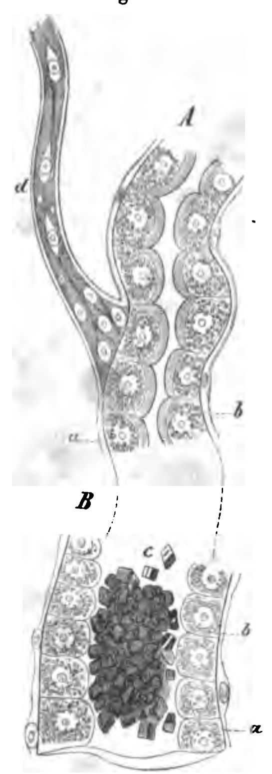
Cetonia aurata besitzt ebenfalls zweierlei Malpighi'sche Gefässe, die einen, ganz weiss für das freie Auge, haben mikroskopisch den gleichen Bau, wie die weissen Kanäle des Maikäfers; die anderen, von hellem Aussehen, besitzen in den Sekretionszellen nur einen gelind gelbkörnigen Inhalt.

Phryganea grandis zeichnet sich ebenfalls durch seine „Harnkanäle" aus. Die einen sind von viel stärkerem Kaliber, als die anderen und, während jene von geringerem Durchmesser kleine Sekretionszellen mit rundem Kern haben, weisen die grossen Malpighi'schen Gefässe den kleinen gegenüber wahrhaft riesige Zellen auf mit verästeltem Kern. Essigsäure leistet zur Ansicht gute Dienste Ferner erblicken wir eine *Intima* mit deutlich senkrechter Streifung, auf die Anwesenheit von Porenkanälen beziehbar. (Vergl. Fig. 228 C.)

Ausser mehren anderen Insekten, welche gelbkörnige und weissliche Kanäle hatten, *Blatta lapponica* z. B., waren mir noch merkwürdig die Raupe von *Gastropacha lanestris* und die Käfergattung *Carabus auratus*. Bei der genannten Raupe sah man bei der ersten Untersuchung wieder die zweierlei „Harnkanäle", die hellen oder gelblich angeflogenen nämlich und die intensiv weissen. Ueber die Zellen der gelblichen ging eine Art senkrecht gestrichelter zarter *Cuticula* oder *Intima* weg, wie beim Maikäfer und der *Phryganea grandis*, das dunkle *Contentum* der weissen bestand aus Krystallen, allein ich glaube erkannt zu haben, dass die beiderlei Kanäle in Continuität stehen. Der gelbliche Kanal stellt den hinteren blindgeendigten Abschnitt dar, welcher, auf dem Darmkanal von hinten nach vorn laufend, mit einer Schlinge umbiegt, um jetzt als weisser Kanalabschnitt in den Darm auszumünden. An dieser, wie an anderen Raupen (*Saturnia carpini* z. B.) setzen sich von Stelle zu Stelle an die Malpighi'schen Gefässe zarte Stränge, die ich für Nerven halten muss: sie heften sich immer mit dreieckig verbreiterter Basis an und enthalten darin spindelförmig ausgezogene (Ganglien-) Zellen, die schon eine Strecke zuvor beginnen.

Bei *Carabus auratus* gewahre ich nur eine einzige Art Malpighi'scher Gefässe, aber, wie die histologische Untersuchung lehrt, in einem und demselben Kanal sind deutlich zweierlei Sekrete vorhanden, ein aus röthlich braunen und eines aus schwärzlichen Körnern bestehendes. Ersteres liegt in den Zellen, letzteres um die Zellen herum.

Fig. 234.



Malpighi'sches Gefäss von Gastropacha.
A der vordere gelbe Abschnitt, B der hintere weisse: a Tunica propria, b Sekretionszellen, c krystallinisches Sekret, d Nerv.

§. 432.

Meine hier aufgeführten Erfahrungen sind zwar noch in Anbetracht der so reichen Insektenwelt überaus sparsam, und namentlich habe ich bis jetzt den Einmündungsstellen der verschiedenen Malpighi'schen Gefässe in den Darm nicht speziell nachgeforscht, allein sie dürften doch zu dem Ausspruch berechtigen, dass in den s. g. Malpighi'schen Gefässen ausser dem Harn noch ein anderes Sekret und wahrscheinlich eine Art Galle abgeschieden werde. Die gelblichen scheinen mir die Gallengefässe vorzustellen und die weissen die Harngefässe. Wegen der den ersten Blick störenden Beobachtung, dass bei manchen Insekten die beiderlei Kanäle nur verschiedene Partien eines und desselben Kanales seien, würde ich an gewisse Mollusken erinnern, bei denen ebenfalls die Niere mit der Leber innig verbunden ist. An *Thetys* z. B., wovon ich früher lebende Exemplare zergliederte, sagen meine damals gefertigten Zeichnungen, dass die braune Leber einen weissgelblichen, faserigen

Ueberzug besitze. Morphologisch legitimirte sich letzterer als Niere: er bestand aus Schläuchen mit Ausbuchtungen, man könnte auch sagen: Areolen, und diese beherbergten die gewöhnlichen Harnzellen der Schnecken. Die dunkeln geschichteten Concremente lagen einzeln oder haufenweis in Zellen und zwar in eigenen Sekretbläschen derselben. Was aber noch vorzüglich zu erwähnen ist, bei der Leber war das Areolengerüst von derselben Form, wie bei der Niere, und letztere schien eigentlich nur die peripherische Portion der Leber zu sein. Auch in den Wandungen der Darmverästelungen bei *Planarien*, welche man für Analoga der Leber halten kann, sehe ich Zellen mit dunkelbraunem (bei auffallendem Licht weissem) Inhalt von körnig-bröckliger Form und Harnconcrementen sehr ähnlich!

Es ist bekannt, dass man früher alle die *Malpighi*'schen Gefässe für die gallenbereitenden Organe hielt. Als man später das Vorkommen von Harnsäure in ihnen erkannte, stempelte man sie sofort sämmtlich zu den Nieren. Doch erhoben sich allerdings schon früher auch einzelne Stimmen, welche ganz in der gegenwärtig von mir verfolgten Richtung sich aussprachen. Da sich nämlich (vergl. die Mittheilungen von *Ramdohr*, *Meckel*, *Leon Dufour* u. A.) besagte Kanäle an zwei verschiedenen Orten bei mehren Insekten in den Darm einsenken, so schien diess den früheren Morphologen zu beweisen, dass „ein Theil ihres Inhaltes als Galle zur Verdauung diene, dahingegen ein anderer als reiner Auswurfsstoff (vielleicht Harn) bloss ausgesondert werden mag" (*G. Carus*). Ja, *Straus-Dürkheim* in seiner Anatomie des Maikäfers trennt schon ausser den gewöhnlichen vier Gefässen, die er als Gallgefässe betrachtet, zwei als Uringefässe, „welche wahrscheinlich ins Ende des Darmes münden." Diese Unterscheidung findet nach obiger Auseinandersetzung eine gewisse Bestätigung. Auch *de Filippi* ist aus dem Umstande, dass bei *Bombyx mori* der Magen eine zottige Beschaffenheit hat und die Malpighi'schen Gefässe glatte Cylinder darstellen, bei *Sphinx nerii* der Magen glatt und die Malpighi'schen Gefässe mit Zotten besetzt sind, und daraus, dass ein ähnlicher Unterschied zwischen den carnivoren Carabicinen und den herbivoren Melolonthen stattfindet, zu dem Schluss gekommen, dass die Function der Leber und der Nieren unter Umständen einem einzigen Organe übertragen wird. (*Schaum's* Ber. in d. Entomol. 1850.)

Fünfundvierzigster Abschnitt.

Von den Geschlechtsorganen des Menschen.

§. 433.

Es entstehen die keimbereitenden Geschlechtswerkzeuge aus dem mittleren Keimblatt (*Remak*); die Bildung des ganzen Geschlechtsapparates ist ursprünglich bei beiden Geschlechtern gleich,

erst nach und nach entwickeln sich die Theile nach der Differenz der Geschlechter, und darauf beruhen die späteren grossen Verschiedenheiten.

Die männlichen Zeugungswerkzeuge lassen sich eintheilen in solche, welche den Samen absondern, fortleiten und in die weiblichen Theile überführen und zweitens in die accessorischen Geschlechtsdrüsen.

§. 434.

Umhüllungen des Hodens.

Das wesentlichste Organ des männlichen Geschlechtsapparates machen die Hoden aus und sie sind, die äussere Haut abgerechnet, von drei hautartigen Schichten umhüllt. Jene, welche zunächst unter der äusseren Haut liegt, ist die *Tunica dartos,* bestehend aus Bindegewebe, dem Züge glatter Muskeln, netzweise verbunden, und in so zahlreicher Menge eingeflochten sind, dass das Bindegewebe sammt elastischen Fasern in den Hintergrund tritt und diese Haut vorzugsweise als „Fleischhaut" erscheint. Sie ist es, welche den Hodensack in Runzeln legt. Darauf folgt die *Tunica vaginalis communis* (gemeinschaftliche Scheidenhaut des Hoden); sie wird eigentlich nur von dem Bindegewebe und elastischen Fasern vorgestellt, welches sich zwischen der *Tunica dartos* und der *T. vaginalis propria* hinspannt; am Hoden selber ist das Bindegewebe mehr hautähnlich verdichtet, nach oben zu wird es lockerer und setzt sich unmittelbar in die *Fascia transversalis* fort. Auf der äusseren Seite dieser Haut verbreiten sich quergestreifte Muskelbündel, welche dem *M. cremaster* angehören und durch welche der Hode gegen den Bauch heraufgezogen wird, während auf der inneren Seite im Bereich der hinteren Fläche und dem unteren Ende des Nebenhoden (nach *Kölliker*) eine Lage glatter Muskeln diese Haut zur Contraction befähigt. Unter der *T. vaginalis communis* kommt die *T. vaginalis propria,* eine seröse Haut, die den Hoden unmittelbar umgiebt. Als *Serosa* besteht sie aus einem bindegewebigen *Stratum*, dessen freie Flächen ein helles Plattenepithel überkleidet. *Luschka* hat gezeigt, dass die seröse Umhüllung des Hodens, namentlich am scharfen Rande des Nebenhoden, in zottenartige Verlängerungen von variabler Grösse ausgeht. (*Virchow's* Arch. Bd. VI. üb. d. Appendiculargebilde des Hodens.)

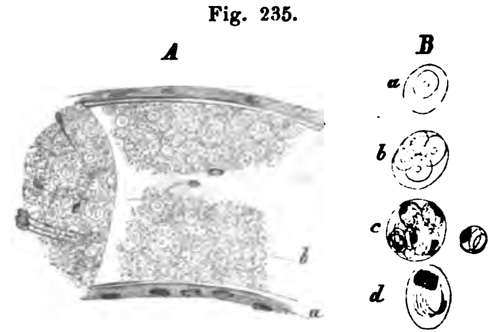
§. 435.

Bindegewebe des Hodenparenchyms.

An der Bildung der Hodensubstanz betheiligen sich wieder, gleichwie bei anderen Drüsen, gefäss- und nervenführendes Bindegewebe und Sekretionszellen, beide in folgender Art. Das Bindegewebe umgrenzt zunächst das ganze Organ unter der Form einer weissen, derben und dicken Haut, der *Tunica albuginea,* welche sich nach innen in's bindegewebige Hodenparenchym auflöst, wobei sie zugleich ein stärkeres Fächergerüst herstellt, von dessen Anwesenheit

die Abtheilung der Hodensubstanz in zahlreiche, birnförmige Läppchen abhängt.

Fig. 235.



A **Stück eines Samenkanales:** a Tunica propria, man unterscheidet die innere ganz homogene Schicht und die äussere, streifige, mit Kernen versehene, b die Samenzellen.

B **Zur Versinnlichung, wie in den Samenzellen die Zoospermien sich bilden:** a junge Zelle, b die Kerne haben sich vermehrt, c in den Kernen entstehen die Zoospermien und sind noch aufgerollt, d die Zoospermien liegen frei in der Mutterzelle.

Unter diesen bindegewebigen Scheidewänden zeichnet sich eine durch besondere Entwicklung aus, welche vom hinteren Rand des Hodens eine Strecke weit in's Innere dringt und unter dem Namen Corpus Highmori bekannt ist; nach ihr laufen alle die anderen Septen zusammen, wesswegen auch die Spitzen sämmtlicher Läppchen nach dem Highmor'schen Körper gerichtet sein müssen. Innerhalb jedes Läppchens wird das Bindegewebe vorzüglich zur Bildung der *Tunica propria* der Samenkanälchen verwendet; diese Haut ist äusserlich, wo sie mit dem interstitiellen Bindegewebe zusammenhängt, längsstreifig, nach dem Lumen zu wird sie vollkommen homogen. Im *Rete testis*, welches im Highmor'schen Körper sich befindet, lässt sich die *Tunica propria* der Samenkanälchen so wenig als selbständige Bildung von dem derben umgebenden Bindegewebe des *Corpus Highmori* wegtrennen, dass vielmehr, gleichwie oben von manchen Gefässen hervorgehoben wurde, die Samenkanälchen bloss als netzförmige Hohlgänge in dem festen Bindegewebe sich abmarken. Sobald das Zwischenbindegewebe wieder eine grössere Weichheit annimmt, z. B. in den *Coni vasculosi*, so macht sich sofort von Neuem eine wirkliche *Tunica propria* bemerklich. In dem absteigenden Theil des Nebenhoden scheinen bereits glatte Muskeln die *Tunica propria* in querer und in der Längenrichtung zu umlagern.

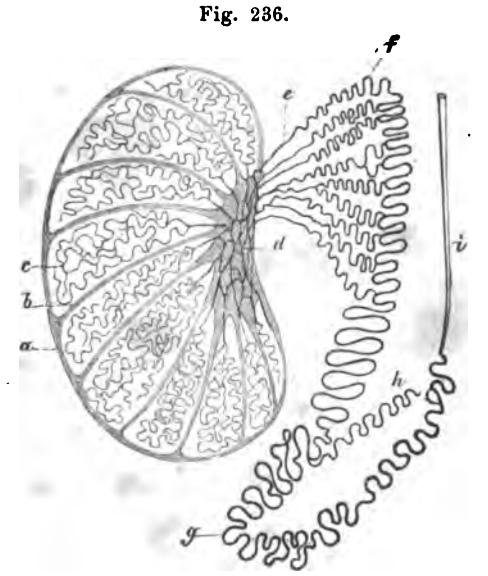
§. 436.

Verlauf der Samenkanälchen.

Um die Anordnung und den weiteren Verlauf der Samenkanälchen kurz zu schildern, sei angegeben, dass ein oder mehre Kanälchen durch Windungen und Theilungen die Läppchen constituiren. Vom

spitzen Ende der Läppchen weg treten darauf die Kanäle im *Corpus Highmori* in eine netzartige Verbindung, welche man das *Rete Halleri* nennt. Aus dem oberen Ende desselben führen die *Vasa efferentia* ab, eine Anzahl von 7—8 stärkeren Kanälen, welche die *Albuginea* durchbohren und, indem sie sich abermals vielfach verschlingen, die s. g. *Coni vasculosi Halleri* bilden, welche in ihrer Gesammtheit auch als Kopf des Nebenhoden bezeichnet werden. Nach und nach fliessen die Kanäle der *Coni vasculosi* zu einem einzigen Gefäss zusammen, das den Körper und den Schweif des Nebenhoden formt, von dem noch gemeiniglich vor seinem Uebergang in das *Vas deferens* ein blinder und etwas aufgerollter Seitenast (*Vas aberrans Halleri*) sich abzweigt.

Fig. 236.



Schema über die Anordnung und den Verlauf der Samenkanälchen. a Tunica albuginea, b die Septen, welche ins Innere sich begeben und im Highmor'schen Körper sich vereinigen, c die Läppchen der Samenkanälchen, d das Rete Halleri, e Vasa efferentia, f Coni vasculosi, g Vas deferens, h Vas aberrans Halleri

§. 437.

Samenzellen und Zoospermien.

Die Sekretionszellen, welche die Samenkanälchen anfüllen, zeigen nach dem Alter einen verschiedenen Inhalt. Vor der Pubertät unterscheiden sie sich nicht von anderen indifferenten Zellen, mit der Geschlechtsreife vergrössern sie sich zu Blasen, in deren Innerem Tochterbläschen, jedes mit einem *Nucleus* auftreten. Diese Blasen produziren die Zoospermien oder die s. g. Samenthierchen; es sind dies ausnehmend feine fadenförmige Gebilde, die ein verdicktes, plattbirnförmiges, Kopf oder Körper genanntes, Ende haben; den linearen, spitz auslaufenden Theil heisst man den Schwanz. In der Mitte des

Kopfes bemerkt man einen helleren Fleck, von einer seichten Telle herrührend. Die **Bildung** der Zoospermien geht in der Art vor sich, dass die Kerne der Tochterbläschen zu den Köpfen der Zoospermien sich umgestalten und, indem der feinkörnige Inhalt des Bläschens schwindet, der Schwanzanhang in spiralen Windungen sich absetzt. Es entsteht so innerhalb jedes Tochterbläschens ein Zoosperm, das, wenn entwickelt, durch Auflösung der umhüllenden Membran frei in's Innere der Mutterzelle zu liegen kommt, wo sich alsdann die ganze Brut einer Mutterzelle zu regelmässigen Bündeln ordnet, indem Kopf an Kopf sich schichtet und die Schwanzanhänge alle nach einer Richtung gebogen sind. Im Weiterrücken, gegen das *Rete Halleri* hin, vergeht auch die Membran der Mutterzelle, wodurch die Büschel der Zoospermien vollständig frei werden und sich weiterhin von einander trennen.

Eine eigenthümliche Erscheinung der reifen Zoospermien ist die **Bewegung** derselben; sie besteht in Schwingungen und Drehungen des Schwanzanhanges, wodurch eine wahre Lokomotion zu Stande kommt. Da hierbei der Kopf immer nach vorn gerichtet bleibt, so wird man lebhaft an willkürliche Bewegungen erinnert, und die frühere Zeit nannte auch die Samenelemente geradezu **Samenthierchen**. Ueber die Dauer der Bewegungen lässt sich kaum etwas Allgemeines bestimmen; man fand sie mitunter in Leichen, die schon 1—2 Tage alt waren, wenn auch nur noch in schwacher Bewegung. Unter den verschiedenen Flüssigkeiten, welche die Bewegungen der Samenelemente beeinflussen, sind besonders die caustischen Alkalien zu nennen, da sie erregend auf die Zoospermien wirken und sie wieder zu lebhaften Bewegungen veranlassen, selbst nachdem sie scheinbar abgestorben waren. Die erste Beobachtung dieser Art ging von *Quatrefages* (1850) aus, der an den Zoospermien der *Hermella* experimentirte; neuerdings hat *Kölliker* diese Versuche vervielfältigt (Ztschr. f. w. Z. 1855).

Die Meinungen, welche man über die Natur der Zoospermien (von *Hamm* und *Leeuwenhoeck* 1637 entdeckt) aufstellen kann, haben im Laufe der Zeit vielfach gewechselt. Anfangs erblickte man in ihnen die präexistirenden Keime der Thiere, dann verbreitete sich mehr die Ansicht, dass es individuell belebte Parasiten des Samens seien, gegenwärtig herrscht die Auffassung, wornach die Zoospermien spezifische Elementargebilde des Samens sind, eine Ansicht, die übrigens auch schon früher hin und wieder laut wurde. So hat bereits z. B. *Czermak* im Jahre 1833 erklärt, er betrachte die Samenthierchen als Theile des Samens, welche den Blutkörperchen im Blute analog seien.

Im höheren Alter, wo die Bildung der Samenelemente sparsamer wird oder ganz aufhört, verfallen die Sekretionszellen der Hodenkanälchen einer mehr oder minder um sich greifenden Fettmetamor-

phose, d. h. die früher blassgranulären Zellen wandeln ihren Inhalt in Fettkörnchen um.

Da die Bildung der Zoospermien nur in den Zellen erfolgt, welche die Samenkanälchen der Hoden erfüllen, so müssen jene Zellen, welche das Lumen der Kanälchen des *Rete Halleri*, der *Vasa efferentia*, des Nebenhoden begrenzen, als einfache Epithelzellen betrachtet werden. Vor Kurzem hat *Becker* die Beobachtung gemacht, dass die Samenkanälchen im Kopfe des Nebenhoden ein Flimmerepithel führen, welches in der Mitte der *Coni vasculosi* beginnt und erst im Körper des Nebenhoden in gewöhnliches Cylinderepithel übergeht (Wiener med. Wochenschr. 12. 1856).

§. 438.

Gefässe und Nerven.

Die Blutgefässe des Hodens, welche verhältnissmässig gering zu nennen sind, stammen aus der *A. spermatica interna* und halten sich in ihrem Verlauf an das bindegewebige Fachgerüst; die gröbere Gefässausbreitung geschieht demnach in der *T. albuginea* und in den von hier in's Innere abtretenden Scheidewänden (den Highmor'schen Körper mit eingeschlossen); die feinere Verästelung, sowie die Capillaren werden von dem Bindegewebe zwischen den Samenkanälchen und der *Tunica propria* der letzteren selber getragen.

Die Lymphgefässe des Hodens sind nach *Panizza* und *Arnold* sehr zahlreich. Die wenigen Nerven, welche die Hoden versorgen, begleiten die Arterien.

§. 439.

Samenleiter.

Die Samenleiter (*Vasa deferentia*) sind im Wesentlichen gebaut, wie die stärkeren Kanäle des Nebenhoden. Die *Tunica propria* ist nach innen zu einer Schleimhautschicht entwickelt, in der viele elastische Netze vorkommen; sie bildet Längsfalten, die sich im untersten Abschnitt des Samenleiters netzförmig verbinden, fast ähnlich wie in der Gallenblase. Die platten Epithelzellen, welche das Bindegewebsstratum der Schleimhaut bedecken, haben häufig einen braun-körnigen Inhalt. Nach aussen wird die Schleimhaut von einer beträchtlich starken, aus glatten Fasern gebildeten Muskulatur umgeben, an der man eine äussere und innere longitudinale und eine mittlere circuläre Lage unterscheidet; letztere ist die mächtigste. Man hat sich auch an Hingerichteten durch galvanische Reizung überzeugt, dass die *Vasa deferentia* sich ausnehmend stark verkürzen und verengern können. Zu äusserst hat der Samenleiter wieder eine bindegewebige Hülle, die durch die Muskulatur hindurch mit dem Bindegewebsstratum der *Mucosa* in Continuität steht. Der untere Theil des Samenleiters ist sehr reich an Nerven.

Fig. 237.



Erweitertes Ende des Samenleiters von Mustela erminea.
a die glatte Muskulatur (es sind nicht so viele Kerne gezeichnet, als in Wirklichkeit für die glatten Muskeln vorhanden sind), b die Drüsen, welche in der Mitte der Erweiterung am grössten sind und sich gegen die Enden hin verkleinern.

Samenbläschen.

Von gleicher Struktur mit den Samenleitern sind die Ductus ejaculatorii und die Vesiculae seminales, also innen und aussen bindegewebig und dazwischen muskulös. Die muskulöse Schicht ist bei beiden minder stark, als im Samenleiter; ferner erhebt sich die Schleimhaut in den Samenbläschen durchweg in netzförmig verbundene Fältchen, und da sich natürlich das Epithel in die dadurch entstandenen Grübchen hereinzieht, so könnte man die Räume für grosse Drüsen erklären, um so mehr, als zweifelsohne die helle, im Tode gallertige Flüssigkeit, welche den Inhalt der Samenbläschen ausmacht, das Sekret der Schleimhaut ist. Zoospermien können wohl einzeln in die Samenbläschen gerathen, aber es dienen die *Vesiculae seminales* keineswegs als Reservoir des Samens, sondern ihre physiologische Leistung besteht in der Abscheidung des bezeichneten Sekretes. —

Die allgemeine bindegewebige Hülle, welche die Samenbläschen umgiebt, enthält ebenfalls zahlreiche glatte Muskelfasern eingewebt.

§. 440.

Ruthe.

Das männliche Glied, die Ruthe, besteht aus der bereits früher geschilderten Harnröhre und den drei Schwellkörpern (*Corpora cavernosa*). Letztere sind gebildet aus Bindegewebe und glatten Muskeln. Das Bindegewebe erzeugt zunächst nach aussen eine scharfe Abgrenzung der Theile durch Bildung einer weissen, festen *Tunica albuginea*, sowie auch die unvollständige Scheidewand der *Corpora cavernosa penis* von derselben Natur ist. Nach innen zu löst sich das Bindegewebe durch mannichfache Abgabe und Wiedervereinigung von Balken und Plättchen in das Schwammgewebe auf, dessen Räume mit venösem Blute gefüllt sind. Das Balkenwerk erscheint aber nicht rein bindegewebig, sondern die Maschenzüge bestehen fast zur Hälfte aus glatten Muskeln, die dem Bindegewebe der Balken eingeflochten sind. Ausserdem verlaufen in den Balken auch die Arterien und Nerven.

Die Arterien der Schwellkörper gehen nicht in Capillarnetze aus, sondern nachdem sie zugleich mit den Balken sich verzweigt und bis zum Capillardurchmesser sich verjüngt haben, münden sie in die Venenräume des Schwellkörpers aus, an deren Innenfläche mehre Autoren noch ein zartes Epithel unterscheiden. Aus diesen Maschenräumen nehmen unmittelbar die Venen ihren Ursprung. Eine andere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der feinen arteriellen Gefässe der Schwellkörper ist die, dass die Gefässe besonders im hinteren Theil des Gliedes rankenartig gekrümmte und gewundene Ausläufer abgeben (die Arteriae helicinae), welche entweder wirklich blind enden, oder von ihrem scheinbar blinden Ende noch ein ganz dünnes Gefäss abschicken, das sich dann wie die übrigen feinen Arterien in die venösen Bluträume öffnet (*Joh. Müller*).

Ueber die äussere Haut des Gliedes sei erwähnt, dass das Unterhautbindegewebe reich an glatten Muskeln ist, die sich bis zur Vorhaut erstrecken. Nach *Fick* (Physiol. Anatomie) enden einzelne Nervenfäden der Eichel in Pacinische Körperchen. Doch fühlt man sich versucht, an diese Beobachtung ein Fragezeichen zu hängen, wenn man liest, dass die beregten Nervenendigungen im *Rete Malpighi* lagen. — An dem inneren Blatte der Vorhaut und auf der Eichel nähert sich die äussere Haut in ihren Eigenschaften mehr einer *Mucosa*, es wird die Epidermis dünner, Haare und Schweissdrüsen fehlen und nur einzelne Talgdrüsen (*Glandulae Tysonianae*) sind vorhanden. Das s. g. *Smegma praeputii* ist ein Gemeng vom Sekret der Talgdrüsen und den sich abschuppenden und zerfallenden Epithelplättchen. — Die *Fascia penis* und das *Ligamentum suspensorium penis*

sind bindegewebig und zeichnen sich, namentlich das Aufhängeband des Gliedes, durch grossen Reichthum an elastischen Fasern aus.

Die Erektion kommt zu Stande durch Ueberfüllung der Schwammkörper mit Blut. Um sich die Anstauung des Blutes zu erklären, hat man nach Vorrichtungen gesucht, durch welche der Rückfluss des Blutes gehemmt werden solle. Es lassen sich jedoch keine derartigen Apparate nachweisen, und Manche behaupten daher mit *Kölliker*, die Steifung des Gliedes erfolge nach Relaxation der Muskulatur im Balkengewebe, wodurch die *Corpora cavernosa* sich mit Blut füllen und sich wie ein comprimirt gewesener Schwamm ausdehnen.

§. 441.

Prostata.

Zu den accessorischen Geschlechtsdrüsen zählt man die Vorsteherdrüse *(Prostata)* und die Cowper'schen Drüsen.

Die Prostata ist ein Aggregat von länglichen oder birnförmigen Drüsen, welche dem traubigen Typus angehören. Die *Tunica propria* der Drüsen ist bindegewebig, die Sekretionszellen sind von cylindrischer Gestalt. Die Prostatasteine, runde, geschichtete Massen, welche nicht selten in den Drüsen gefunden werden, bestehen nach *Virchow* aus einer in Essigsäure löslichen Proteinsubstanz. Merkwürdig erscheint die *Prostata* dadurch, dass zwischen und um die einzelnen Drüschen glatte Muskeln in solcher Menge vorkommen, dass die Muskulatur den grösseren Theil oder wenigstens die Hälfte der Prostatamasse ausmacht; nicht minder besitzt die bindegewebige Hülle, welche die *Prostata* umschliesst, glatte Muskeln. Die Gefässe verhalten sich wie bei anderen traubenförmigen Drüsen. Die Nerven sind ziemlich zahlreich.

Die Wand der Prostatatasche (*Uterus masculinus*, wie die Entwicklungsgeschichte aufgeschlossen hat, das Rudiment der männlichen Scheide mit Uterus) besteht aus Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern und etwelchen eingestreuten glatten Muskeln. Die Epithelzellen sind von cylindrischer Form.

Cowper'sche Drüsen.

Die Cowper'schen Drüsen repräsentiren morphologisch nichts anderes, als grössere traubenförmige Schleimdrüsen; das bindegewebige Gerüst und die Hülle, sowie der Ausführungsgang sollen glatte Muskelfasern enthalten. Uebrigens liegen die betreffenden Drüsen so in die quergestreiften Muskelfasern des *M. bulbocavernosus* eingebettet, dass die Entleerung des Sekretes wohl hauptsächlich durch die Contractionen dieses Muskels erfolgt. Die Epithelzellen sind rundlich, im Ausführungsgang cylindrisch.

§. 442.

Physiologisches.

Man ist nicht im Stande, den besonderen Nutzen anzugeben, welchen die aus den Samenblasen, der Vorsteherdrüse und den

Cowper'schen Drüsen dem Samen beigemengten Säfte etwa durch ihre spezielle chemische Beschaffenheit haben mögen, aber es lässt sich darüber Folgendes vermuthen. Erstlich dürften die accessorischen Flüssigkeiten dazu dienen, die Entfernung der kleinen Samenmengen aus den männlichen Geschlechtstheilen zu erleichtern. Ferner mögen die bezeichneten Säfte als Verdünnungsmittel des Sperma innerhalb der weiblichen Theile von Werth sein und endlich kann angenommen werden, dass durch jene secernirten Flüssigkeiten auf die Zoospermien eine Veränderung hervorgebracht würde, welche ihrer Wirkung auf das Ei günstig ist. (*Bergmann* und *Leuckart*, vergl. Physiol. S. 566.) Die Erfahrungen von *Barry*, *Bischoff*, *Leuckart*, ***Meissner*** haben gezeigt, dass die Samenkörperchen bei der Befruchtung wirklich in das Ei eindringen; da nun solches wohl nur geschehen kann, insolange die Zoospermien beweglich sind, die Bewegungen der letzteren aber ganz ungemein lebhaft und dauernd in dem mit den Säften der accessorischen Drüsen gemischten Samen vor sich gehen, so möchte man vielleicht gerade hierin einen namentlichen Nutzen der besagten Sekrete erblicken.

§. 443.

Weiblicher Geschlechts-apparat.

Wie am männlichen Geschlechtsapparat die Hoden die wesentlichsten Theile sind, so nehmen im weiblichen Körper die Eierstöcke denselben Rang ein; als Hilfsorgane treten hinzu Eileiter, Gebärmutter, Scheide und die Schamtheile. Auch die Brüste pflegt man vom physiologischen Standpunkt aus den Genitalorganen anzureihen.

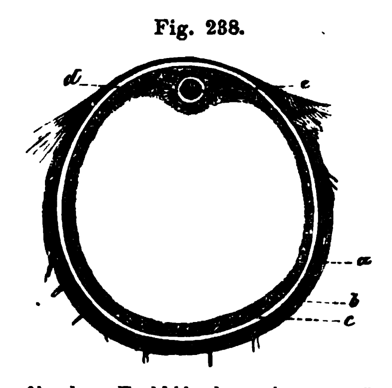
§. 444.

Eierstock.

An den Eierstöcken wird unterschieden die Hülle, das gefäss- und nervenhaltige Stroma und die Eikapseln. Zur Herstellung aller dieser Partien betheiligt sich das Bindegewebe; es bildet dasselbe in festerer Form die *Tunica propria* des Eierstockes, deren äusserste Lagen sammt dem dazu gehörigen Epithel auch als Peritonealumhüllung des Eierstockes aufgefasst werden. Es bildet ferner, nach innen in ein weicheres Lager ausgehend, das wegen seiner zahlreichen Blutgefässe grauröthliche Stroma des Eierstockes, welches hierauf wieder die vollkommen abgeschlossenen Eikapseln (Graaf'sche Follikel) umgrenzt. Diese, obgleich in ununterbrochener Continuität mit dem Stroma stehend, haben doch so viel Selbständigkeit erlangt, dass sie als Bläschen ausgeschält werden können. An dergleichen Eikapseln unterscheidet man die äussere gefässhaltige Schicht (*Theca folliculi*, *Bär*), welche ganz vom Bau des Stroma und nur eine gerade so weit verdichtete Lage desselben ist, als nöthig, um eben die Wand des Follikes zu formen; an ihrer innersten Grenze geht sie, wie das Bindegewebe an so vielen anderen Orten, in eine homogene, helle Schicht aus (*Membrana pro-*

pria). Die Innenfläche des Follikels überkleidet ein Epithel (*Membrana granulosa* der Autoren), das den Sekretionszellen anderer Drüsenblasen entspricht. Dieses Epithel hat sich an jener Seite des Bläschens, welche der Eierstocksoberfläche zunächst liegt und wo auch das Eichen eingebettet sich zeigt, durch Zellenanhäufung verdickt und heisst hier das Keimlager (*Cumulus proligerus*). Die bezüglichen Zellen sind rundlich-polygonal, die Membran derselben zart und leicht vergänglich, der Inhalt gelb gekörnelt. Den übrigbleibenden Innenraum der Eikapsel füllt eine in's Gelbliche spielende Flüssigkeit an (*Liquor folliculi*) und bei besonderer Zunahme dieses, dem Blutserum ähnlichen Fluidums schimmern die oberflächlicher gelegenen Eikapseln am unverletzten Eierstock deutlich hindurch.

Fig. 238.



Graaf'scher Follikel, gering vergrössert.
a äussere gefässhaltige Schicht, b homogene Schicht (der bindegewebigen Wand), c Epithel, d Keimlager, e Eichen.

§. 445.

Primitives Ei.

Das Ei selber, *Ovulum*, ist ein so kleines Bläschen, dass es für das unbewaffnete Auge als ein weisslicher Punkt erscheint. Rund von Gestalt, besteht es aus einer hellen, homogenen Hülle (Dotterhaut, *Zona pellucida*) und einem granulären Inhalt, dem Dotter. In letzterem markirt sich noch ein excentrisch gelagertes Bläschen, die *Vesicula germinativa* oder das Keimbläschen, das noch einen inneren wandständigen Kern, die *Macula germinativa* oder den Keimfleck aufweist. Dem Ei im Ganzen muss sonach die Bedeutung einer Zelle zugesprochen werden, wobei die *Zona pellucida* die Zellenmembran repräsentirt, der Dotter den Zelleninhalt, das Keimbläschen den Kern und der Keimfleck das Kernkörperchen. Ist das Eichen aus dem Follikel ausgetreten, so nimmt es immer eine Portion jener Zellenanhäufung mit, in welche es eingebettet war, und man bezeichnet herkömmlich diese dem Ei anhaftenden Zellen mit dem Namen *Discus proligerus*.

§. 446.

Nebeneierstock.

Der Nebeneierstock in den *Alae vespertilionum* ist ein Ueberbleibsel der Wolf'schen Körper und zeigt demnach bloss etliche rudimentäre Kanäle, bestehend aus *Tunica propria* und Epithel.

Eileiter.

Die Grundlage für die Bildung der Wand des Eileiters ist Bindegewebe, welches an der freien äusseren, wie freien inneren Seite mit einem Epithel bekleidet ist. Das äussere bindegewebige Stratum sammt dem dazu gehörigen Epithel wird als Peritonealhülle des Eileiters unterschieden, während die innere bindegewebige Schicht und die deckenden Zellen das sind, was man die Schleimhaut nennt. Die Zellen der letzteren, von cylindrischer Form, besitzen Flimmerhaare, welche, im Hinblick auf die ganze Schleimhaut, von innen nach aussen schlagen und wohl zur Fortbewegung der Eichen gegen den Uterus hin beitragen. Zwischen die Bindegewebsschichten sind glatte, längs und quer verlaufende Muskeln eingeflochten, welche die mittlere Haut des Eileiters erzeugen.

Gebärmutter.

Die Gebärmutter, gewissermaassen das Nest des Embryo, stimmt, insoweit bindegewebige, epitheliale und muskulöse Schichten die Wände herstellen, mit den Eileitern überein. Denn die, wenn auch nicht rings um das Organ vorkommende Peritonealhülle ist Bindegewebe mit einem dünnen Plattenepithel, die mittlere Haut setzt sich aus Zügen glatter Muskeln zusammen, doch steht das äussere Bindegewebsstratum zwischen den Muskellagen hindurch mit der Schleimhaut in Verbindung. Die Schleimhaut und Muskelhaut sind im Uterus stärker, als im Eileiter; das Epithel der *Mucosa* ist überall ein einfaches, flimmerndes Cylinderepithel, das übrigens, wie *Robin* beschreibt, in der Schwangerschaft, nachdem es sich abgelöst, durch ein Plattenepithelium ersetzt wird. Im Grund und Körper des Uterus ermangelt die Schleimhaut der Papillen, senkt sich aber zur Bildung von zahlreichen Drüsen ein, den *Glandulae utriculares*, welche eine Schlauchform haben, mit einfachem oder auch gespaltenem blindem Ende, das nicht selten spiralig sich dreht, oder auch selbst sich zusammenknäuelt. Wahrscheinlich flimmert das Epithel der Drüsen nicht minder, wie die übrige Innenfläche des Uterus. Im *Cervix uteri* erhebt sich die Schleimhaut nicht bloss zu den sog. *Plicae palmatae* und buchtet sich zwischen ihnen zu Drüsenräumen aus (Gruben der Autoren), sondern im unteren Abschnitt bildet die *Mucosa* auch kleine Papillen, in welche Gefässe schlingenförmig aufsteigen. Die sog. *Ovula Nabothi*, die sich im *Cervix uteri* finden, scheinen umgewandelte Drüsen zu sein, vielleicht zufällig an der Mündungsstelle verstopft und dadurch zu grösseren Bläschen aufgetrieben, wofür auch die Beobachtung *Robin's* spricht, welcher in ihnen ein Flimmerepithel sah.

Die mittlere Haut des Uterus ist vorzugsweise muskulös und die Muskelfasern ordnen sich im Allgemeinen zu Längen-, circulären

und Schräglagen, deren spezielle Gruppirung zu erörtern der descriptiven Anatomie zufällt.

Die *Ligamenta rotunda uteri*, dem *Gubernaculum Hunteri* des männlichen Körpers entsprechend, haben auch wie das Leitband quergestreifte Muskeln, während sich in die übrigen Uterusbänder, also in die *Ligamenta anteriora* und *posteriora*, *lata* und *ovarii* mehr oder weniger glatte Muskelzüge, welche vom Uterus abstammen, verlieren.

§. 447.

Scheide.

Auch die Wände der Scheide lassen eine ähnliche histologische Gliederung, wie die vorhergegangenen Abschnitte erkennen. Bindesubstanz ist das Grundgewebe und bildet eine äussere oder Faserhaut, darauf, zwischen glatten Muskelbündeln, welche nach der Quere und Länge die Scheide umstricken, hindurchgetreten, entwickelt sie nach innen eine zweite hautartige Lage, die *Mucosa*. Das Bindegewebsstratum der Schleimhaut, sehr reich an elastischen Fasern, besitzt ausser den für das freie Auge sichtbaren Querfalten und warzenartigen Erhebungen noch mikroskopische Papillen mit Gefässschlingen, welche besonders im Scheidengewölbe zahlreich und lang sind. Schleimdrüsen fehlen. Das Epithelium verhält sich wie das der Mundhöhle, des Naseneinganges etc., besteht somit aus geschichteten Plattenzellen.

Prostata, Cowper'sche Drüsen.

Der Prostata des Mannes entspricht beim Weibe, wie *R. Leuckart* gezeigt hat, eine grössere Menge von traubigen Schleimdrüsen, die von der Einmündungsstelle der Harnröhre auf der Grenze zwischen Scheide und Scheidenvorhof sich hinziehen. — Die Cowper'schen Drüsen des Mannes finden beim Weibe ihr Analogon in den Bartholini'schen Drüsen, deren Ausführungsgänge mit glatten Muskeln versehen zu sein scheinen.

Schamtheile.

Die *Corpora cavernosa* der Clitoris haben den gleichen Bau, wie die Schwellkörper des männlichen Gliedes. In gefässlosen Papillen der *Clitoris* will *Kölliker* „rudimentäre Tastkörperchen" beobachtet haben.

Die Haut der Labia majora und L. minora ist ausgezeichnet durch sehr entwickelte Papillen, ferner durch zahlreiche und meist sehr grosse Talgdrüsen, die an den grossen Schamlippen zugleich mit Haarbälgen münden, an den *Labia minora* gewöhnlich ohne Haare getroffen werden.

§. 448.

Milchdrüsen.

Die Milchdrüsen, beim Manne bloss andeutungsweise vorhanden, gehören zu den traubenförmigen Drüsen, nur münden sie nicht, wie andere grosse acinöse Drüsen, das *Pancreas* z. B., mit einem einzigen Ausführungsgang aus, sondern mit mehren, achtzehn bis zwanzig,

und können daher in dieser Beziehung etwa mit der Thränendrüse verglichen werden. — Die Milchdrüsen entstehen nach ihrem zelligen Theil aus dem oberen Keimblatt (Hornblatt nach *Remak*), indem die Zellen desselben gegen die Unterhaut hin wuchern. Die Wucherungen, anfänglich als solide Auswüchse des Hornblattes erscheinend, höhlen sich erst später kanalförmig aus. Der bindegewebige Theil der Drüse (*Tunica propria*) wird von dem mittleren Keimblatt geliefert. Betrachten wir die Milchdrüse histologisch, so erblicken wir dasselbe Schema der Struktur, wie es bereits oftmals vorgeführt wurde: das Drüsengestell ist Bindegewebe; in den Endbläschen eine dünne und homogene Haut, nimmt es an den Ausführungsgängen an Dicke zu, wird dabei streifig und Bindegewebskörperchen zeichnen sich in ihm ab. *Henle* und *H. Meckel* geben auch an, glatte Muskeln an den Ausführungsgängen beobachtet zu haben. — Die Blutgefässe umspinnen die Drüsenbläschen mit einem engmaschigen Capillarnetz und mit den Gefässen treten auch einige feine Nerven in die Drüse ein.

Die Sekretionszellen der Milchdrüse sind ausserhalb der Schwangerschaft und Laktationszeit gewöhnliche helle oder leicht granuläre Zellen, in den Drüsenblasen von mehr rundlich-platter, gegen die Ausführungsgänge zu eher von cylindrischer Gestalt. Nach der Conception wandelt sich der Zelleninhalt in Fettkügelchen um, bis allmählig die Zellen ganz mit Fetttropfen vollgefüllt sind. Solche Zellen stellen die Colostrumkörperchen vor, d. h. jene maulbeerförmigen Gebilde, welche in der unreifen Milch (*Colostrum*) am Ende der Schwangerschaft und kurz nach der Geburt vorkommen. Indem dann die Sekretionszellen wohl durch Theilung sich vermehren und fortwährend ihren Inhalt in Fettkügelchen umsetzen, erfolgt die eigentliche Milchsekretion. Die Fettkügelchen werden durch Schwinden der Zellenmembran frei und heissen jetzt Milchkügelchen. Wie die Blutkügelchen dem Blute die rothe Farbe geben, so rührt die weisse Farbe der Milch von den zahllosen in ihr schwebenden Fettkügelchen her. Letztere scheinen jedoch nicht bloss aus Fett zu bestehen, sondern noch eine feine Hülle aus Casein zu haben.

Rücksichtlich der Brustwarze und des Warzenhofes sei vorgebracht, dass in ersterer zwischen den Ausführungsgängen der Milchdrüse ein Netz glatter Muskelbündel verläuft und nicht minder im Warzenhof glatte Muskeln kreisförmig herumziehen. Bekanntlich vermag man auch die Brustwarze durch Reizung zum Sichaufrichten zu bringen. Die Talgdrüsen zeigen im Warzenhof nicht selten eine bedeutende Entwicklung, so dass sie dem freien Auge als weisse Knötchen sich ankündigen.

Für die Mehrzahl der Thiere wusste man seit langer Zeit, dass die Eier periodisch reifen und sich vom Eierstock loslösen, ohne dass eine Begattung vorausgegangen. Bezüglich des Menschen und der Säugethiere nahm man exceptionell an, dass hier erst die Eier in Folge der geschlechtlichen Vermischung aus dem

Eierstock austreten. Gegenwärtig steht es (in Deutschland besonders durch die Forschungen *Bischoff's*) fest, dass der Mensch und die Säugethiere keine Ausnahme machen. Auch bei ihnen reifen die Eier und verlassen den Eierstock in periodisch wiederkehrenden Zeitabschnitten (Brunst der Säuger, Menstruation des Menschen) und gehen zu Grunde, wenn nicht eine Begattung innerhalb gewisser Zeiträume erfolgt. Der Eierstockfollikel wird dadurch zum Bersten gebracht, dass durch Ausscheidungen aus den Blutgefässen die Menge des *Liquor folliculi* sich sehr vermehrt, die Wandungen des Follikels können an ihrem hervorragendsten Punkt nicht mehr widerstehen und platzen. Nach dem Austritt des Eichens vernarbt der Follikel und verfällt nach und nach einer gänzlichen Verödung und endlichen Resorption. Im Anfang seiner rückgängigen Metamorphose unterscheidet man an ihm einen centralen Blutpfropf, von dem Blute herrührend, welches beim Bersten des Follikels ergossen wurde; die Haut des Follikels hatte, noch im geschlossenen Zustande des letzteren, zahlreiche, gefässhaltige Granulationen oder Zellenwucherungen einwärts getrieben, die jetzt um den Blutpfropfen eine schwammige Rindenlage bilden, und weil an gelbem Fett sehr reich, dem ganzen Gebilde den Namen gelbe Körper (*Corpus luteum*) gegeben haben. Unter Dickenzunahme der gelben Rindenlage entfärbt sich der Blutpfropf, bis späterhin auch die gelbe Rindenschicht schwindet, endlich noch später, freilich vielleicht erst nach Ablauf von Jahren, jede Spur des gelben Körpers ausgewischt ist.

Ueber die feinere Struktur des *Corpus luteum* hat jüngst Hr. *Beckmann* Untersuchungen angestellt und mir davon folgende Beobachtung zu veröffentlichen erlaubt: „Im gelben Körper einiger Wiederkäuer (Kuh, Ziege, Schaf, 3.—5. Monat der Schwangerschaft) sind die bekannten grossen, zarten Zellen, die hauptsächlich das *Corpus luteum* zusammensetzen, stets mit mehr weniger ausgebildeten Fortsätzen versehen, die bald ziemlich dick bleiben, bald sich in mehre feine Aeste auflösen und eine Verbindung der Zellen untereinander herzustellen scheinen. Hiernach ist es wohl erlaubt, die erwähnten Zellen für Bindegewebskörper zu halten, wofür übrigens auch ihre Genese spricht.“

Sechsundvierzigster Abschnitt.

Von den Geschlechtsorganen der Wirbelthiere.

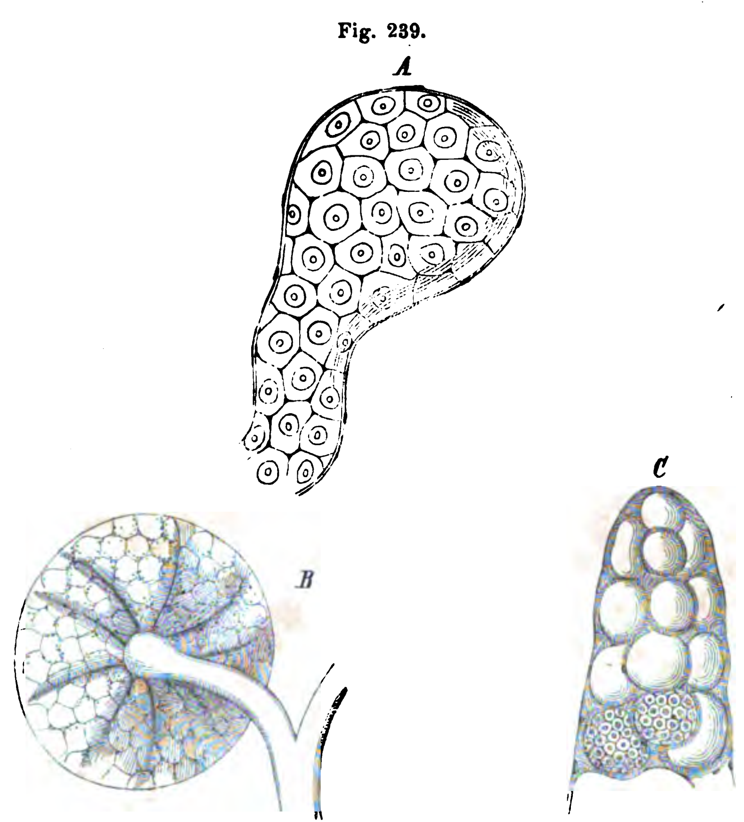
§. 449.

Umrisse der samenerzeugenden Räume.

Der Hoden der Wirbelthiere zeigt in seiner Zusammensetzung zahlreiche Uebergänge von langen Kanälchen in gestielte und endlich in stiellose Blasen. So haben wohl die Säugethiere allgemein lange, vielfach gewundene und sich theilende Samenkanälchen. Aehnlich sind die der Vögel, der Schildkröten, Saurier und Ophidier (Ringelnatter z. B.); doch schien es mir, als ob die schlangenförmigen Windungen weniger dicht sich folgten, so dass die Kanäle öfters einen mehr gestreckten Verlauf annahmen. Schon bei den Batrachiern (*Proteus* z. B.) ist das blinde, nach der Hoden-

peripherie gehende Ende der im Ganzen weniger gewundenen Samenschläuche etwas kapselartig erweitert und, indem z. B. an *Salamandra* *) *maculata* die Drüsenschläuche sich bedeutend verkürzt haben, so ist damit der Uebergang vermittelt zu *Coecilia annulata*, wo der Hode nicht mehr aus Schläuchen, sondern aus gestielten Blasen besteht. In gleicher Art verhalten sich die Hoden der Rochen, Haie und Chimären, wo die Ausführungsgänge von mehren Bläschen im weiteren Verlauf zu grösseren Stämmchen zusammentreten, so dass zuletzt nur eine mässige Anzahl von *Vasa efferentia* den Hoden verlässt. Bei den Ganoiden, wenigstens beim Stör, trifft man wieder ziemlich regelmässig quergelagerte Samenkanälchen, im Gegensatz zu

Fig. 239.



A Ende eines Hodenkanales von Salamandra.
B Hodenbläschen von Chimaera.
C Endspitze des Hodens von Cobitis.

*) Bei *Salamandra maculata* verliert sich der Hoden von rechts und links in eine graue fadenförmige Endspitze und, von beiden Seiten zusammenlaufend, treten sie vorne, über dem Magen, in der Mittellinie des Körpers zusammen, was man gut sieht, wenn etwas Essigsäure in die Bauchhöhle des Thieres geträufelt wird. Die hierzu gehörige Bauchfellfalte hat glatte Muskeln.

den Knochenfischen, wo vielleicht häufig statt der Kanäle blasige Räume, welche in ein mittleres Cavum als in ihren gemeinsamen Ausführungsgang münden, vorhanden sind, was ich zuerst an *Cobitis fossilis* sah. Hier grenzt die allgemeine Bindesubstanz der Hoden nach innen kuglige Räume ab von verschiedener Grösse, in welchen die Sekretionszellen das Sperma bereiten; auch bei *Salmo fario*, *S. salvelinus*, *Cottus gobio* finden wir, dass das Gerüst des Hodens ein Fächerwerk aus Bindesubstanz ist, welches rundlich-polygonale Räume abschliesst und darinnen liegen die Sekretionszellen. Bei den Vögeln kommen wohl ähnliche Bildungen vor. Ich sehe z. B. am Haushahn, Grünhänfling (*Fringilla chloris*) nichts von „länglichen, geschlängelten Blinddärmchen", sondern nur dieselben blasigen, zusammenmündenden Räume, wie bei Knochenfischen, während doch andere Forscher (z. B. *Berthold* vom Staaren) „die Windungen der Samengefässe" abbilden.

§. 450.

Samenelemente.

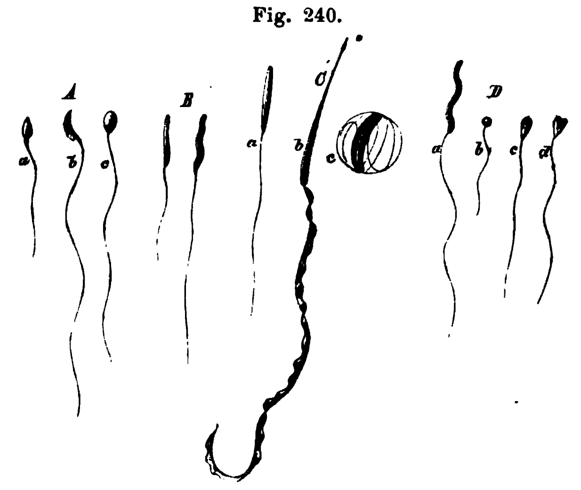
Es mögen nun Kanälchen oder Blasen die Hodenmasse bilden, immer unterscheidet man die bindegewebige *Tunica propria* und die Sekretionszellen im Inneren. Erstere ist entweder eine dünne, homogene Haut, oder sie wird dicker, streifig und ist dann mit Kernen versehen. Die Zellen produziren in sich die Zoospermien, über deren Formverschiedenheiten man die detaillirten Angaben in dem Artikel „Zeugung von *R. Leuckart*" (Wagner's H. W. B.) zu vergleichen hat. Hier darüber nur so viel. Die Zoospermien der Säuger haben einen sehr dünnen Schwanzfaden und einen kurzen Kopf, der mehr oder minder oval und abgeflacht (beim Kameel lang und schmal) ist. Von etwas auffallender Form sehen wir das Kopfende an den Zoospermien der Mäuse und Ratten; letztere besitzen auch unter den Säugethieren die längsten Samenelemente. Die der Vögel sind ebenfalls linear, das Kopfende langgestreckt, cylindrisch, bei Singvögeln spiralig gedreht. Bei den Amphibien lernen wir mehrerlei Gestalten kennen, die der beschuppten Amphibien und mancher Batrachier (Frosch*), Kröte) stimmen so ziemlich mit denen der Vögel überein, hingegen die Zoospermien von *Triton*, *Salamandra* und *Bombinator* sind durch einen eigenthümlichen undulirenden Längskamm oder Membran ausgezeichnet. In der Klasse der Fische schliessen sich

---

*) Die Zoospermien von *Rana temporaria* und *Rana esculenta* differiren in der Form etwas von einander. Die der *R. temporaria* besitzen einen cylindrischen Kopf, der nach beiden Seiten in eine Spitze ausläuft. Das in die vordere Spitze auslaufende Ende ist kürzer als das hintere längere, welches man mit dem Namen des Schwanzes bezeichnet. Der Kopf ist bei weitem zarter als der von *R. esculenta*. Bei dieser ist derselbe zwar ebenfalls cylindrisch, aber von beträchtlicherem Querdurchmesser und vorn gerade abgestutzt, während das hintere Ende nicht allmählig, wie bei *R. temporaria*, sondern scharf abgesetzt in einen langen und ausnehmend feinen Schwanz übergeht. Vergl. *Ankermann* in Ztschr. f w. Z. 1856.

die Samenkörperchen der Selachier jenen der Vögel an; an denen der Teleostier ist der Kopf meist klein, kugelförmig (bei *Dactyloptera volitans* und *Salmo fario* finde ich ihn birnförmig und vorn quer abgeschnitten; von ähnlich birnförmiger Gestalt ist das stark glänzende Kopfende bei *Salmo salvelinus*, hier aber noch deutlich vorn mit einer Einkerbung); der Schwanzfaden ausserordentlich dünn und zart.

Fig. 240.



Verschiedene Formen von Zoospermien der Wirbelthiere.
A Von Säugern: a des Menschen, b der Ratte, c vom Kaninchen.
B Von Vögeln.
C Von Amphibien: a des Frosches, b des Salamanders (daneben eine Samenzelle mit zusammengerolltem Zoosperm).
D Von Fischen: a der Chimaëra, b vom Barsch, c von Dactyloptera, d von Salmo Salvelinus. (Starke Vergr.)

§. 451.

Die Zoospermien scheinen häufig ganz homogener Natur zu sein und ohne Spur weiterer Differenzirung; doch ist von manchen Formen neuerdings eine gewisse Zusammensetzung nachgewiesen worden, selbst wenn wir von dem Organsystem, welches *Valentin* in den Zoospermien des Bären zu erblicken glaubte, absehen. Man unterscheidet nämlich an den Samenelementen, z. B. der Molche, eine allgemeine äussere Umhüllungshaut, welche den Hauptfaden des Schwanzes und den Kopf als zarte, strukturlose und durchsichtige Haut allenthalben umkleidet und am Rücken des Schwanzfadens eine senkrecht stehende Duplikatur — die undulirende Membran — bildet. Unter dieser Umhüllungshaut liegt am Kopf die Schlauchhaut, welche, angefüllt von einer das Licht stark brechenden Flüssigkeit, den Kopf darstelle. Der Hauptfaden des Schwanzes scheine solid zu sein. (*Czermak.*)

Die Bewegungen der Zoospermien geschehen auf sehr mannichfaltige Art, schlängelnd, drehend, hüpfend, bohrend etc.; bei Wirbelthieren sind keine „starren" Samenelemente bekannt. Worin die

Bewegungen der Samenelemente begründet sind, weiss man so wenig, wie von allen anderen Lebensakten. Was man gegenwärtig von physikalisch-chemischen und andererseits von vitalen Ursachen hinüber und herüber redet, ist bloss ein Austausch von Stichwörtern ohne irgend einen scharfen Begriff.

§. 452.

Hoden der Batrachier.

Wenn bei den Batrachiern, z. B. den Salamandern, *Coecilia*, der Hoden schon äusserlich in mehre Abtheilungen zerfällt, so ist der Inhalt der Sekretionszellen nicht in allen Partien der gleiche. Bei *Salamandra maculata* z. B. wechselt die Farbe der einzelnen Abtheilungen des Hodens zwischen weiss, grau und schwefelgelb. In den grauen Lappen enthalten die Zellen eine blasse, feinkörnige Masse, der grosse *Nucleus* hat mehre *Nucleoli*. Die Portionen von schwefelgelber Farbe haben in denselben Zellen gelbe Fettkügelchen und nur aus den weiss aussehenden Gegenden des Hodens gewinnt man Zoospermien.

In hohem Grade merkwürdig verhält sich der Hode von europäischen und exotischen Krötenarten, da er in zwei Substanzen sich scheidet, von denen die eine eiähnliche Gebilde (bei *Bufo viridis* von den Eierstockseiern gar nicht unterscheidbar) produzirt, die andere Zoospermien. Man kann sich bei der Untersuchung des gedachten Organes des Gedankens an eine rudimentäre Zwitterbildung kaum entschlagen und es hat auch *Jakobson*, der diese seltsame Bildung zuerst sah, sie für ein rudimentäres Ovarium erklärt. *Bidder*, welcher es darauf beschrieb, hält das Organ für eine accessorische Drüse; zuletzt haben *v. Wittich* und ich selber (a. a. O.) Mittheilungen darüber veröffentlicht.

§. 453.

Hülle, Pigmente des Hoden.

Wie in anderen drüsigen Theilen verdichtet sich das Bindegewebe, welches die Kanälchen oder Blasen des Hodens zusammenhält, zu einer das Organ nach aussen abschliessenden Hülle, der *Tunica albuginea*, welche auch Septen, bei niederen Wirbelthieren von mehr zarter, bei höheren, namentlich den Säugern, von stärkerer Art, in die Hodensubstanz hineinschickt, wodurch die Samenkanälchen in Partien sich absondern. Bei den Säugethieren verbinden sich die Septa zu einem oft sehr mächtigen *Corpus Highmori*, dessen Bindegewebe dann auch feinere und dickere elastische Fasern enthält und auch Nervenfasern sehen lässt. Bei Säugern hin und wieder, bei *Pteropus* z. B., ist die *Albuginea* des Hodens schwarzblau pigmentirt, häufiger bemerkt man solches bei Batrachiern (Fröschen, Kröten), doch unterliegt die Pigmentirung nach den Individuen und selbst nach den beiden Hoden eines und desselben Thieres grossen Schwankungen. Auch bei Vögeln beobachtet man pigmentirte Hoden; ich sah bei der Bachstelze (*Motacilla alba*) und dem Gimpel (*Pyrrhula*) den einen

Hoden farblos, während bei dem anderen die gewundenen Samenkanälchen rings herum schwarz gefärbt waren.

§. 454.

Zellenmassen zwischen den Samenkanälchen.

Eine dem Säugethierhoden wohl allgemeine Erscheinung zeigt sich darin, dass das die Samenkanälchen verknüpfende Bindegewebe noch eine zellenartige Masse enthält, welche, wenn nur in geringerer Menge vorhanden, dem Lauf der Blutgefässe folgt, hingegen die Samenkanälchen allenthalben einbettet, wo sie an Ausdehnung sehr zugenommen hat und beim Eber in so extremer Entwicklung auftritt, dass der Durchschnitt des Hodens davon ein chokoladefarbiges Aussehen erhält, indem man schon mit freiem Auge wahrnimmt, dass die Samenkanälchen in eine Substanz von der bezeichneten Farbe eingelagert seien. Aehnlich ist es beim Pferd. Der Hauptbestandtheil dieser Masse sind Körperchen von fettartigem Habitus, in Essigsäure und Natronlösung unveränderlich, farblos oder gelblich gefärbt, sie umlagern helle, bläschenförmige Kerne und man darf sie wohl solchen Bindesubstanzzellen an die Seite setzen, welche, wie z. B. Fett- und Pigmentzellen, mit besonderem Inhalte versehen sind. — Auch der Hode von der Eidechse (*Lacerta agilis*) besitzt reichlich zwischen den vielfach gewundenen Samenkanälchen dieselbe Masse: Zellenhaufen mit scharfconturirtem, gelbbraunem Inhalt. In Kalilauge entfärben sich die Kügelchen und sehen dann wie Fettpünktchen aus.

Die Blutgefässe und Nerven halten sich wie überall in ihrer Verästelung an das Bindegewebe des Hodenparenchyms.

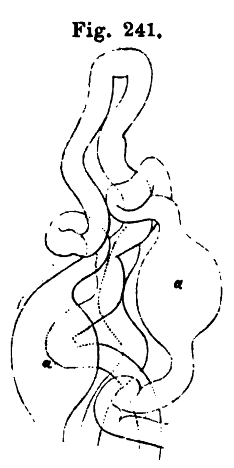
§. 455.

Nebenhoden.

Im Nebenhoden der Säuger, Vögel, beschuppten Amphibien und Selachier ist die *Tunica propria* der Samenkanälchen bedeutend dicker geworden, so dass sie ein geschichtetes oder gefasertes Aussehen angenommen hat; auch treten jetzt glatte Muskeln hinzu, welche nie an den Samenkanälchen im Hoden selbst vorkommen, und die Muskulatur verstärkt sich in dem Grade, als sich die Kanäle dem *Vas deferens* nähern. Bei den beschuppten Reptilien flimmern die Epithelzellen der Nebenhodenkanäle, was ich z. B. bei *Lacerta agilis* und *Emys europaea* sah. Und da *Becker* (s. oben) auch ein Flimmerepithel beim Menschen im Kopfe des Nebenhoden gefunden hat, so ist es sehr wahrscheinlich, dass nicht minder die übrigen höheren Wirbelthiere, also die Säuger und Vögel Flimmerung im Nebenhoden besitzen werden. Berücksichtigung verdient ferner, dass wie ich (a. a. O.) beschrieben, bei der Eidechse die einzelnen Kanäle des Nebenhoden flaschenförmige Erweiterungen zeigen, wie die Kanäle der Wolf'schen Körper, wesshalb daran erinnert sein mag, dass die Nebenhoden bei den höheren Wirbelthieren ebenfalls nur umgewandelte Urnieren vorstellen und bei den Batrachiern ein Theil der Niere zum Nebenhoden wird und dann der Ureter als

Harn- und Samenleiter zugleich fungirt. Hiebei geschieht die Verbindung der *Vasa efferentia testis* entweder mit dem vordersten Theil der Niere, mit der Spitze, und diese kann sich auch von der übrigen Nierenmasse in einzelnen oder mehren Läppchen isoliren, welche ganz füglich als Nebenhoden bezeichnet werden können, so beim *Triton*, *Salamandra*, *Proteus*; oder es findet keine solche sich auch äusserlich kundgebende Scheidung in Niere und Nebenhoden statt, und dann ist die Niere zugleich Nebenhode. Nähere Erörterungen über diesen Gegenstand, der mehr in die vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte hineinschlägt, siehe in d. Beitr. z. morph. und histolog. Entwicklung der Harn- und Geschlechtswerkz. d. nackt. Amphib. von *v. Wittich*, Ztsch. f. w. Z. 1853, und *Leydig*, anat.-hist. Unters. üb. Fische und Rept. 1853, sowie die früheren Schriften von *Bidder*: vergleichend anatomische und histologische Untersuchungen üb. d. männlichen Geschlechts- und Harnwerkzeuge von nackten Amphibien 1846 und *Lereboullet*: *Recherches sur l'anatomie des organes genitaux des animaux vertébrés* in den Nov. Act. Leop. 1851.

Fig. 241.



Ein Stück Nebenhoden von Lacerta agilis mit den Erweiterungen a a der Kanäle. (Geringe Vergr.)

§. 456.

Samenleiter.

Das selbständige **Vas deferens** der Säuger, Vögel, beschuppten Reptilien und Selachier besitzt immer eine mehr oder minder entwickelte, glatte Muskulatur, und an Säugethieren sieht man, dass die Samenleiter sehr nervenreich sind. Nicht eben allgemein verbreitet sind **Drüsen** in der Wand der *Ductus deferentes*, bei Vögeln wenigstens, Sauriern (*Anguis fragilis*) und Schlangen (*Coluber natrix*) mangeln Drüsen; hingegen trifft man sie ziemlich durchgehends bei **Säugethieren**, hier sind gemeiniglich die Samenleiter an ihrem unteren Ende erweitert, so bei Affen, Fledermäusen, *Mustela vulgaris*, Kaninchen, Biber, Wiederkäuer, und überall ist die Erweiterung bedingt

durch Drüsen, welche entweder ganz einfache Säckchen darstellen oder auch seitliche Ausstülpungen haben. Manche Nager, wie Ratten und Mäuse, entbehren zwar die drüsige Anschwellung der *Ductus deferentes*, dafür aber münden in dieselben freie Drüsenbüschel ein. Offenbar dient der drüsige Apparat dazu, das Volumen des Samens zu vermehren, und ihm wohl auch spezifische Säfte beizumischen.

Sehr analoge Verhältnisse gewahren wir bei Rochen, Haien und Chimären: es nimmt der *Ductus deferens* der Plagiostomen nach hinten an Durchmesser zu, verdickt sich und hat ein gewisses, durchscheinendes Aussehen, was davon herrührt, dass die Schleimhaut nach innen mit Querfalten vorspringend, Drüsenräume erzeugt, die eine Flüssigkeit absondern, in welcher erst die Zoospermien ihre Lebendigkeit und letzte Ausbildung erhalten. Wo bei *Chimaera monstrosa* die vielfach verschlungenen Windungen des Samenleiters aufhören und der gerade Verlauf beginnt, erweitert er sich schlauchförmig, schnürt sich jedoch wieder so ein, dass die Erweiterung in ein oberes längeres Stück und in ein unteres kürzeres zerfällt. Eine nähere Untersuchung stellt heraus, dass die Erweiterung, welche nach oben weiss, in der Mitte schön grün, am unteren Ende weissgrau ist, aus lauter quergelagerten Kammern der Schleimhaut besteht und gleichfalls die Bedeutung von Drüsenräumen beanspruchen können.

Mit dem *Ductus deferens* hängt bei Rochen, Haien und Chimären noch eine grosse Drüse zusammen, die wohl einem Wolf'schen Körper verglichen werden kann. Sie besteht aus sehr langen, vielfach hin- und hergewundenen Kanälchen, welche ein grosszelliges Cylinderepithel besitzen. Eine Anzahl von solchen Kanälen vereinigt sich immer zu gemeinsamen Gängen, um damit von Strecke zu Strecke in den *Ductus deferens* einzumünden.

Der gemeinsame Harn-Samengang der Batrachier besteht aus Bindegewebe, dem, besonders nach abwärts, glatte Muskeln (sehr deutlich beim *Proteus*) eingemischt sind. Mitunter ist er, z. B. bei *Salamandra*, *Triton*, stark schwarz pigmentirt, bei *Bombinator igneus* hat er theilweise, indem der Kanal in kurzen Touren sich windet, ein dickliches, nebenhodenartiges Aussehen und ist lebhaft weiss. Das Epithel des Ganges wird allgemein aus cylindrischen Zellen zusammengesetzt, bei *Bombinator* haben die langen Cylinderzellen in ihrem nach dem Lumen des Kanales gewendeten Abschnitt eine feinkörnige Inhaltsmasse und was, in soweit meine Erfahrung geht, ebenfalls nur der Feuerkröte zukommt, im vorderen blinden Ende des Kanales tragen die Zellen auch Wimperhaare.

In den Harn-Samengang der Batrachier senkt sich noch, höher oder tiefer, wie solches nach den Arten verschieden ist, der übrig gebliebene Ausführungsgang des Wolf'schen Körpers ein. Er hat

bei manchen Arten ein deutliches *Orificium abdominale* an seinem vordren Ende und besteht aus einer bindegewebigen *Membrana propria* und einem hellen Epithel, das im obersten Abschnitt bei *Rana* und *Bombinator* flimmert. Beim Landsalamander umschliesst diesen *Ductus*, sowie den Harn-Samengang, eine Strecke weit eine gemeinschaftliche bindegewebige Hülle. Sein Epithel ist hier aus langen Cylinderzellen gebildet. Bei manchen Batrachiern (Landsalamander, *Menopoma*) haben sich auch noch Reste des Wolf'schen Körpers (Müller'sche Drüse), vorne in der Bauchhöhle erhalten, in Form eines knäuelartig gewundenen Kanales, welcher deutlich aus *Tunica propria* und klaren Epithelzellen zusammengesetzt ist.

§. 457.

Samenblasen.

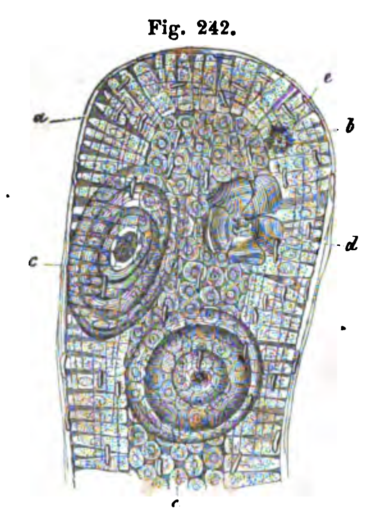
Zu den accessorischen Geschlechtsdrüsen hat man zu rechnen die sog. Samenblasen, die Prostata und die Cowper'schen Drüsen der Säugethiere, sowie den aufgezählten Drüsen entsprechende Gebilde bei Vögeln, Reptilien und Fischen.

Die fälschlich sog. Samenblasen sind bei keinem Säugethier Behälter des Samens, sondern immer drüsige Apparate; sie haben entweder dicht stehende mikroskopische Drüsenträubchen, die eine mehr oder weniger dicke Schicht unterhalb der glatten Muskulatur bilden, wie man dies bei Affen, Handflüglern, Mäusen, beim Stier u. a. sieht, wo dann ein mittlerer, gemeinsamer Hohlraum alle Einzelausführungsgänge aufnimmt, oder die ganze Samenblase erscheint wie beim Eber nach dem Typus einer traubenförmigen Drüse gebaut mit kleinerbsengrossen letzten Endbläschen. Das Secret der sog. Samenblasen, welches häufig unter der Form von Klumpen einer hellen, eiweissartigen Substanz auftritt, stimmt durchaus mit dem Secret der Prostatadrüsen überein.

Prostata.

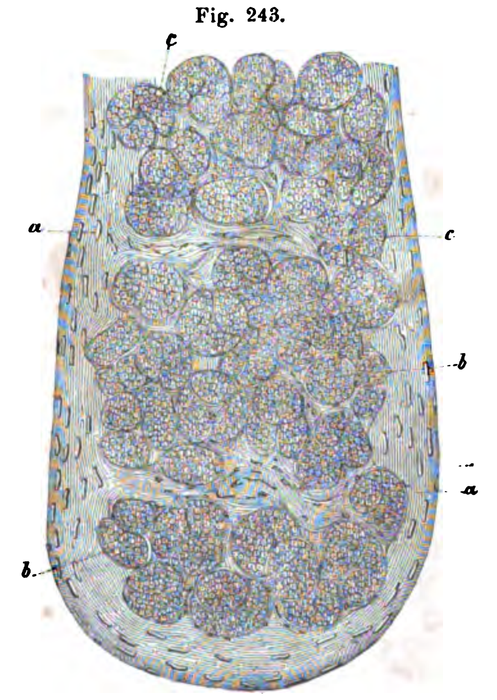
Die Vorsteherdrüsen der Säugethiere sind nach zwei Typen organisirt. Bei dem ersten bestehen sie aus mikroskopisch kleinen Blasen oder Schläuchen, die traubenförmig gruppirt sich zusammenthun und durch engerwerdende Ausführungsgänge unmittelbar einzeln in die Harnröhre münden (bei Affen, Fledermäusen, Fleischfressern, Eber, Ziegenbock, theilweise auch beim Stier), oder die Drüsenbläschen münden erst, wie bei den sog. Samenblasen, in einen grösseren, allgemeinen Hohlraum der ganzen Drüse aus, welcher schliesslich in den Anfangstheil der Harnröhre mündet (bei Wiederkäuern), wieder in einem andren Falle liegen die letzten Drüsenbläschen um grössere Hohlräume, aus welchen sich erst der Ausführungsgang fortsetzt, die ganze Drüse hat dann auf dem Durchschnitt ein mehr schwammiges oder blasiges Aussehen (Pferd, Delphin), während bei der vorhergehenden Anordnung die Drüse im Ganzen ein eher solides Aussehen auf dem Durchschnitt zeigt. Der zweite Typus wird dadurch vorgestellt, dass die Drüsenelemente der

Fig. 242.



Ende eines Schlauches aus der vorderen Prostata des Kaninchens. a glatte Muskeln, b Cylinderepithel, c Prostatasteinchen im Lumen des Schlauches, d ein solches durch Druck vom Rande aus eingerissen, e ein kleinstes, welches erst eine incrustirte Zelle darstellt. (Starke Vergr.)

Fig. 243.



Prostataläppchen der Vespertilio serotinus.
a die Hülle glatter Muskeln mit ihren cylindrischen Kernen, b die Drüsenbläschen, angefüllt mit Zellen, c die Kerne des Bindegewebes, welches die Drüsenbläschen bildet. (Starke Vergr.)

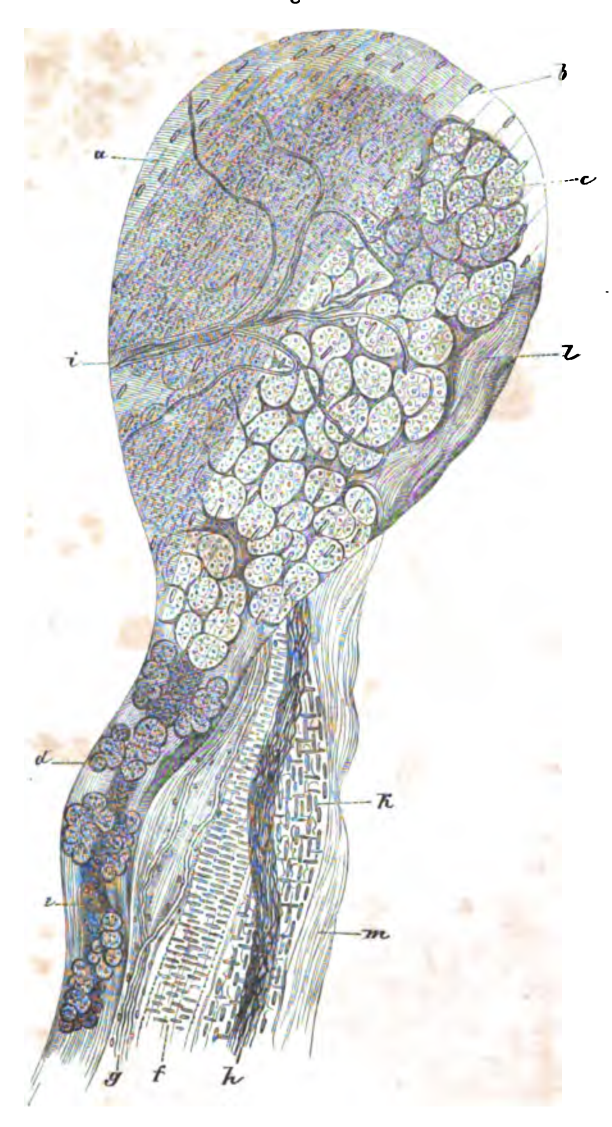
Prostata lang ausgezogene, in den meisten Fällen getheilte, sehr entwickelte Blindschläuche sind, nur locker durch Bindegewebe mit einander zu Büscheln vereinigt, von dieser Art finden wir die Prostata bei Insektenfressern und Nagern. Gewöhnlich umgeben solche Vorsteherdrüsen in mehrfacher Zahl den Anfang der Harnröhre und wenn auch äusserlich nur ein einziges Paquet von Blindschläuchen vorhanden scheint, so weist doch die mikroskopische Prüfung eine Verschiedenheit des Secretes nach (Kaninchen z. B.); auch bei Ratten und Mäusen, beim Igel, unterscheiden sich die Prostatapaare nach ihrem Secret, indem die einen eine fettähnliche, die anderen eine eiweissartige Substanz abscheiden. Auch bei anderen Säugern sondern die verschiedenen Partien der Prostata ein verschiedenes Secret ab. Zur Austreibung des Secretes aus der Drüse dienen glatte Muskeln, welche einen constanten Gewebstheil der Prostata ausmachen. Entweder bilden die Muskeln nur einen Ueberzug über die einzelnen Schläuche (z. B. bei Insektenfressern, Nagern) und das Bindegewebe zwischen den Drüsenschläuchen entbehrt der contractilen Elemente, oder es erscheinen auch in diesen Balken glatte Muskeln, die dergestalt zunehmen können, dass sie einen gleichgrossen oder selbst einen grösseren Volumtheil als die eigentlichen Drüsenelemente einnehmen und auch an der Peripherie der Drüse sich so zu einer continuirlichen Schicht entwickeln, dass die Drüse eine glatte, muskulöse Aussenfläche hat. Ferner können sich zu den glatten Muskeln noch quergestreifte gesellen, die als unmittelbare Fortsetzung vom *M. urethralis* her theilweise (Katze, Wiesel, Eber, Stier) oder ganz (Delphin, Beutelthier) über die Prostata hinziehen. — Endlich ist noch für den Bau der Prostata hervorzuheben, dass die Nerven dieser Drüse in Ganglien anschwellen.

§. 458.

Cowper'sche Drüsen.

Die Cowper'schen Drüsen der Säugethiere, eine bald rundliche, bald birnförmige, oder mehr längliche, auch wohl eine seitlich comprimirte Form darbietend, bestehen immer aus dem bindegewebigen Gerüst, welches das Schema einer traubenförmigen Drüse einhält und die Secretionszellen stützt; dazu kommt eine verschieden starke, muskulöse Hülle, aus quergestreiften Fasern gebildet, besonders dick z. B. beim Kater, den Beutelthieren. Die Muskelhülle, welche die Entleerung des Drüseninhaltes besorgt, gehört entweder der Drüse ganz selbständig zu, oder sie steht in Verbindung mit nah gelegenen Muskeln, wie mit dem *M. bulbo-cavernosus*, *M. ischio-cavernosus*, *M. urethralis*, in welch' letztren die Drüse unmittelbar eingebettet sein kann. Im Innren der Drüse, zwischen den Träubchen, trifft man übrigens auch bei mehren Säugethieren Balken von glatten Muskeln. Der Ausführungsgang wird öfter noch von Drüsenbläschen begleitet. Hier mag endlich des *Uterus masculinus*

Fig. 244.



Cowper'sche Drüse von Mus musculus.

a die aus quergestreiften Muskeln bestehende Hülle, b die bloss durch Conturen der Bündel angedeutete andere Hälfte dieser Muskelhülle, c die Drüsenblasen in Läppchen gruppirt, angefüllt mit Zellen, d kleinere Drüsenbläschengruppen, welche sich am e Ausführungsgang finden, f Arterie, welche zur Drüse geht, g Remak'sche Nervenbündel, h ein Nervenstämmchen dunkelrandiger Fasern, welche sich i in der Muskelhülle verbreiten, k Vene, welche aus der Drüse führt, l Stelle der Drüse, welche nur Bindegewebe hat, gleichsam die Sehnenausbreitung des Muskels, m Bindegewebe, welches den Ausführungsgang, die Blutgefässe und Nerven umhüllt.

Uterus masculinus.

gedacht werden nach Untersuchungen, die am Eber, Pferdefohlen, Kaninchen, Biber und Delphin angestellt wurden. Mit Ausnahme des Delphins formen bei den übrigen genannten Säugethieren glatte Muskeln einen Hauptbestandtheil des Organes, und zwar sind sie beim Kaninchen mehr geflechtartig verbunden, beim Biber, Eber, Hengst verlaufen sie einfacher nach der Länge. Die Schleimhaut des männlichen Uterus besitzt auch Drüsen von demselben Bildungstypus, wie die Drüsen im Uterus des entsprechenden weiblichen Thieres, so zeigt das Kaninchen rundliche Säckchen, der Eber lang ausgezogene, in Knospen und Fortsätze sich weiter buchtende Schläuche.

§. 459.

Accessorische Geschlechtsdrüsen der Vögel, Reptilien, Fische.

Ueber drüsige Gebilde, die etwa bei Vögeln als Prostata angesprochen werden können, liegen noch keine histologischen Mittheilungen vor; ich selber vermisse bei dieser Klasse bisher jegliche accessorische Geschlechtsdrüse.

Bei den geschwänzten Batrachiern müssen die Becken- und Afterdrüsen, welche in die Kloake münden und während der Begattungszeit anschwellen, für Vorsteherdrüsen und Cowper'sche Drüsen gelten. Am männlichen Thier von *Salamandra* und *Triton* wird die ganze Kloake von einer starken Drüsenschicht umgeben, welche deutlich nach der Beschaffenheit ihres Secretes von zweierlei Art ist. Die eine Drüse färbt (bei *Salamandra maculata*) den vorderen Abschnitt der Kloake weissgelb und ragt selbst noch in die Beckenhöhle vor, ja erstreckt sich bei *Triton* (*punctatus*), einen grossen, plattrundlichen Körper bildend, weit in die Bauchhöhle vor; es grenzen sich diese Drüsenportionen scharf ab von der den hinteren Abschnitt der Kloake umschreibenden Drüse, welche eine graue Färbung zeigt. Die Drüsenschläuche sind in den beiden Partien so gross, dass sie mit freiem Auge wohl unterschieden werden können. Die Secretionszellen der vorderen weissgelben Drüse haben einen körnigen, in Alkalien löslichen Inhalt, die hintere Drüse hingegen produzirt eine mehr helle, fadenziehende, klebrige Substanz, und jeder Drüsenschlauch wird von glatten Ringmuskeln umstrickt, um das Secret ausquellen zu machen (*Salamandra maculata*).

Bei Sauriern (*Lacerta agilis* und *Anguis fragilis*) beobachte ich ähnliche Organe von zweierlei Art. Unter der *Mucosa* der Kloake von Eidechsen liegen in gleicher Richtung mit der Basis der *Penes* zwei weissgelbe, dicke Wülste, die durch Drüsenhaufen von sackartig-traubiger Form gebildet werden. Das Secret ist dunkelkörnig. Zweitens sitzen Drüsen in der Wand der Samenpapillen, deren Secret von heller Beschaffenheit ist, so dass demnach eine ähnliche Scheidung wie bei den Salamandern statt hat.

Von den Geschlechtsnebendrüsen der Fische, angeblich von *Gobius*, *Mullus barbatus*, *Cobitis fossilis* etc., lauten die bisherigen

Angaben bloss dahin, dass sie Agglomerate von Bläschen seien, die durch Kanäle mit dem *Vas deferens* zusammenhängen.

§. 460.

Ruthe.

Den männlichen Säugethieren kommt allgemein eine von der Harnröhre durchbohrte Ruthe zu. Bei den Vögeln haben nur die meisten Struthionen, einige hühnerartige Vögel und mehre Schwimmvögel einen wirklichen *Penis*, endlich unter den Amphibien sind die Schildkröten mit einem, Schlangen und Eidechsen mit doppeltem Begattungsorgan ausgerüstet. Der *Penis* der Vögel und Amphibien erscheint nie durchbohrt, sondern hat bloss eine kanalartige Vertiefung, eine Rinne, die zum Abflusse des Samens dient.

Das formgebende Gewebe der Ruthe ist immer Bindesubstanz mit elastischen Fasern, welches, sich zu einem Areolarwerk umbildend, in die Maschenräume Blut aufnimmt und so die *Corpora cavernosa* darstellt, die bei Säugern ziemlich allgemein durch bindegewebige Scheidewände in die Schwellkörper des *Penis* und in die der Harnröhre zerfallen. In die Balken der *Corpora cavernosa* sind glatte Muskeln eingeflochten; nach *Corti* fehlen in den Trabekeln des *Corpus cavernosum penis* vom Elephanten die Muskeln, während sie in den Trabekeln des *Corpus cavernosum urethrae* sich finden.

Beim *Penis* der Vögel liegt entweder bloss um die Rinne herum cavernöses Gewebe, oder es verbreitet sich auch, wie beim afrikanischen Strauss im Inneren der Ruthe ein *Corpus cavernosum*. (*Joh. Müller.**)

---

*) Den *Penis* eines jungen Gänserichs fand ich von folgender histologischer Zusammensetzung. Die eigentliche Stütze der Ruthe bildeten zwei innere, feste Achsenstränge von weisser Farbe, welche aus derbem Bindegewebe bestanden. Sie wurden von einer Fortsetzung der Schleimhaut der Kloake so umwickelt, dass sich eine gekrümmte Furche von der Basis zur Spitze der Ruthe hinzieht. Zwischen dem Achsenstrang und der die Rinne bildenden *Mucosa* liegt ein *Corpus cavernosum*, an dem ich ausser dem Bindegewebe und den Gefässen die glatten Muskeln unterscheide. Die Schleimhaut der Kloake, welche sich schon ausserdem in dichte, mit Gefässschlingen versehene Papillen erhebt, erzeugt an der Basis des *Penis* stärkere, dem freien Auge unterscheidbare, blattartige, quergestellte Papillen oder Leisten, die nach der Spitze des *Penis* zu wieder an Grösse so abnehmen, dass sie hier nur mit dem Mikroskope nachgewiesen werden können. Das Bindegewebsstratum der die Papillen bildenden *Mucosa* ist von fester, fast knorpelartiger Consistenz und zeigt in homogener Grundsubstanz sehr dicht liegende Kerne. Der zellige Ueberzug der *Mucosa* ist ein geschichtetes Plattenepithel, das am angewachsenen Ende der Ruthe über den starken queren Leisten etwelches körniges Pigment hat, so dass das freie Auge einen grösseren und einen kleineren schwärzlichen Fleck da wahrnimmt. Bis zur Spitze der Ruthe beobachtet man Nervenfasern.

Die Papillen, mit welchen die Samenleiter in der Kloake ausmünden, besitzen, wie ich wenigstens an *Fringilla chloris* bemerke, Muskeln und zahlreiche Gefässe, aber nichts von einem *Corpus cavernosum*. Die Samenleiter bilden auch hier die von *Berthold* zuerst an *Sturnus*, *Lanius* und *Turdus*, von *R. Wagner* an *Fringilla coelebs* beschriebenen Verknäuelungen kurz vor dem Eintritt in die Kloake.

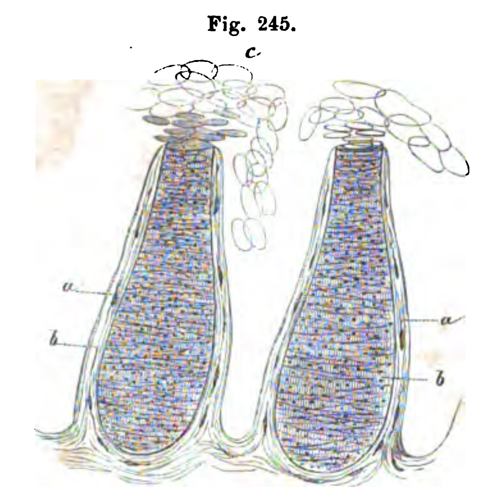
Bei Sauriern und Ophidiern umgiebt angeblich cavernöses Gewebe die schlauchartigen *Penes* scheidenförmig; die Ruthe der Schildkröten und Krokodille scheint nach ihrer ganzen Länge, namentlich aber an der Eichel ein entwickeltes Schwellgewebe zu besitzen.

Das bindegewebige Septum der *Corpora cavernosa* ossifizirt bei vielen Säugethieren (den meisten Affen, Fledermäusen, Fleischfressern, Nagern und Walen) und entwickelt sich dadurch zum Penisknochen, der „vorne häufig mit einer knorpeligen Epiphyse versehen ist.“ Bei *Vespertilio pipistrellus*, wo er der Kleinheit wegen, leicht *in toto* mikroskopisch zu untersuchen ist, hat er vorne zwei Spitzen, und hinten geht er ebenfalls in zwei dicht beisammen liegende Anschwellungen aus, in letzteren sieht man fetthaltige Markräume ohne Blutgefässe, im übrigen Theil sind nur Knochenkörperchen zugegen. Bei Coluber, so wenigstens finde ich es bei der Ringelnatter, sind die Stacheln der im eingestülpten Zustande inneren Haut des *Penis* ossifizirte Papillen, also gleichfalls verkalkte Bindesubstanz. Wahrscheinlich ist die Bewaffnung der männlichen Glieder andrer Schlangen von derselben Beschaffenheit: *Otto* bildet nämlich (in *Carus'* und *O.* Erläuterungstafeln z. vergl. Anat. Heft V., Taf. VI.) die *Penes* von *Dryinus lineolatus* ab, welche mit fünf grossen und vielen kleinen Stacheln besetzt ist. Da nun in der Erklärung bemerkt wird, dass alle die Spitzen „eine feste Hornscheide“ haben, so darf man vermuthen, dass die eigentliche Substanz des Stachels, wie bei *Coluber*, ein Hautknochen ist. Nach *Otto* trägt auch jeder *Penis* der *Coluber acontia* Stacheln. — Bei *Python* ist die Schleimhaut des *Penis* glatt.

Gar merkwürdig verhalten sich die Papillen im *Penis* der Blindschleiche (*Anguis fragilis*). Es besteht hier jede Papille aus einer bindegewebigen Schale und einem inneren, die Hauptmasse ausmachenden Kern, der sich für den ersten Anblick einer grossen, schlauchförmigen Drüse vergleichen lässt. Allein die Kernmasse ist solid und weist sich bei näherer Prüfung als ein verhorntes Epidermisgebilde aus. Die Papillen sind vorne offen und ein keulenförmiger Fortsatz füllt das Innere der hohlen Papille aus. Die Zellen liegen dicht beisammen und stellen eine feste Stütze für die Papille her. Nach Einwirkung von Kalilauge quellen die, winzige Fettpünktchen noch einschliessenden Zellen auf und zeigen jetzt dieselben Eigenschaften, wie die Epidermiszellen. Ich kenne vorläufig kein zweites Beispiel, dass, um Papillen steif zu machen, die Epidermis in diese hinein verhornte Wucherungen schickt, da ja gewöhnlich sonst dieses Zweckes wegen die Epidermis eine äussere verhornte Scheide um die Papille erzeugt.

Der epitheliale Ueberzug der Eichel ist bei Säugern entweder weich, oder die Zellen sind sehr verhornt und geschichtet. Dadurch

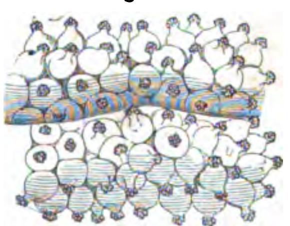
Fig. 245.



Zwei Papillen aus dem Penis der Blindschleiche.
(Nach Zusatz von Kalilauge.)
a die bindegewebige Hülle, b der die Papille innen ausfüllende Zapfen der Epidermis c. (Starke Vergr.)

entstehen die harten Warzen bei der Spitzmaus, dem Igel (bei letzterem enthalten die Zellen schwärzliches Pigment), selbst die rückwärts gerichteten Stacheln bei der Katze, dem Maulwurf, *Paradoxurus typus*, die Haare beim Hamster, die gezähnelten Platten etc. entwickeln sich auf diese Weise. — Auch den *Penis* (und *Clitoris*) von *Crocodilus lucius* sah *Otto* überall mit feinen Hornspitzen besetzt. — Das Epithel des, einen ausstülpbaren Hohlcylinder bildenden *Penis* von *Lacerta agilis* finde ich von sehr seltsamer Form. Die Innenhaut des *Penis* nämlich, deren bindegewebige Grundlage zierlich gefaltet erscheint, ist mit Zellen überdeckt, von denen jede an der freien Seite in eine, von der Zelle abgesetzte knopfförmige Verdickung übergeht, die selbst wieder eine Anzahl kleiner Höckerchen hat. Die Knöpfe sind schärfer conturirt als die Zellen und halten sich in Kalilauge. (Nach aussen von der Innenhaut kommt eine quergestreifte Muskelhülle, das cavernöse Gewebe zwischen beiden habe ich mir noch nicht zur Ansicht bringen können.)

Fig. 246.



Ein Stück Epithel aus dem Penis der Eidechse. (Starke Vergr.)

§. 461.

Vorhautdrüsen.

Die Vorhautdrüsen der Säuger zeigen zwei verschiedene Typen; entweder gehören sie zu den gewöhnlichen traubenförmigen Talgdrüsen und erreichen bei Ratten und Mäusen eine bedeutende Grösse. Sie sondern ein fettartiges Sekret ab. Im anderen Falle, so z. B. beim Biber und Wiesel, sind die Vorhautdrüsen einfache, sackartige Ausstülpungen des *Praeputium* selber, die Innenhaut bildet Fältchen und Zöttchen und ist mit mehren Zellenlagen überdeckt, von denen die äusserste sich immer als Sekret abstösst und das Smegma liefert. — Aehnlich verhält es sich mit den s. g. Analsäcken von *Coluber*. Die äussere Haut des Sackes ist (bei der Ringelnatter) fibrös, nach innen folgt ein grosszelliges Plattenepithel, welches in sich Fetttropfen produzirt. Die äussersten Zellen lösen sich fortwährend *in continuo* ab und bilden mit den Fetttropfen eine gelbe, hautartige Lage, die leicht abfällt, wenn man den Analsack einschneidet. Diese Haut zerfällt in einen gelblichen Brei von penetrantem Geruch, welcher das Innere des Sackes ausfüllt.

Afterruthenbänder.

Die Afterruthenbänder bestehen bei den Säugethieren immer aus glatten Muskeln und auch bei *Delphinus Phocaena*, wo sie eine intensiv rothe Farbe hatten, boten sie die bezeichnete Zusammensetzung dar. — Bei einigen Arten der straussartigen Vögel wird ein rundliches Band, welches den *Penis* zurückzieht, aus elastischem Gewebe gebildet (*Joh. Müller*).

Haftorgane der Selachier.

Sehr wahrscheinlich spielen auch die s. g. Haftorgane der männlichen Selachier die Rolle einer Ruthe. Sie haben eine aus mehren Stücken bestehende knöcherne oder knorpelige Grundlage, sind von einer Fortsetzung der äusseren Haut überzogen und erinnern durch ihre gewundene, rinnenförmige Gestalt an die äusseren Begattungsorgane der Krebse. In die Rinne mündet eine Drüse, welche von quergestreifter Muskellage umhüllt ist und (beim Zitterrochen) etwa fünfzig in eine Längslinie gereihte Ausführungsöffnungen besitzt. Die Drüse wird aus einfachen, geraden, schon mit freiem Auge wohl sichtbaren Schläuchen zusammengesetzt, die alle so gestellt sind, dass ihr offenes Ende sich den Ausführungsöffnungen zukehrt und das blinde Ende gegen die Peripherie der Drüse sich wendet. Das Sekret, von milchweisser Farbe, besteht aus glänzenden Kügelchen von einerlei Grösse. Die Drüse dürfte eine Art *Prostata* vorstellen. Auch *Robin* macht diesen Vergleich, aus dessen Beobachtungen ich heraushebe, dass die Venen in den betreffenden Haftorganen ein „erektiles Gewebe“ bilden.

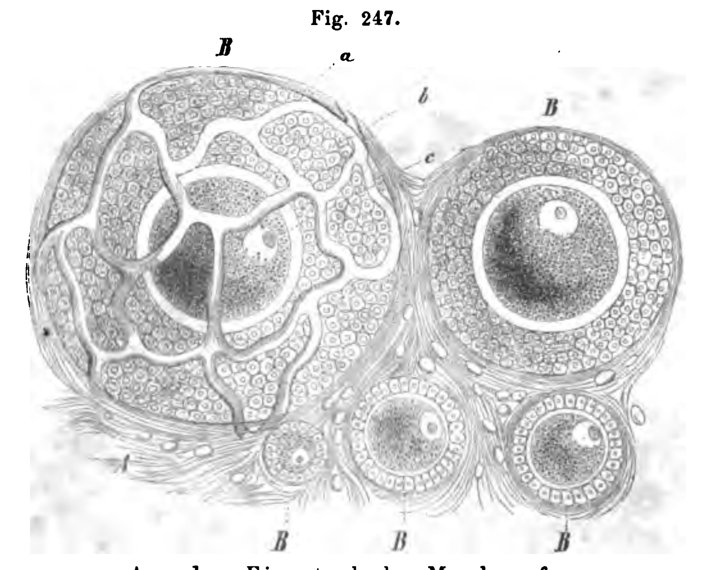
§. 462.

Weiblicher Geschlechtsapparat. Eierstock.

Die Eierstöcke sämmtlicher Wirbelthiere bestehen aus dem gefäss- und nervenführenden Bindegewebsgerüst (Stroma des Ovariums), welches blasige, mit Epithel ausgekleidete Räume (*Folliculi*

Graafiani), umschliesst, in denen die Eier sich bilden. Bei den Säugethieren, wo die Eier unverhältnissmässig klein sind und das bindegewebige Stroma in reichlicher Menge vorhanden, erscheinen die Ovarien meist als gleichmässig rundliche oder ovale Körper, die Eier liegen in den glatten Höhlen der Graaf'schen Bälge vergraben, ohne dass die Follikel gerade über die freie Fläche hervortreten. Nimmt die Stärke des bindegewebigen Lagers hingegen ab, so springen die Eifollikel schon mehr hervor, machen die Oberfläche des Ovariums hügelig und letzteres gewinnt ein annähernd traubiges Aussehen. Unter den Haussäugethieren ist das Stroma am schwächsten beim Schwein, noch mehr traubig erscheint der Eierstock z. B. beim Igel, am meisten beim Schnabelthier und bei *Phascolomys* (*Owen*). — *Treviranus* hatte früher darauf aufmerksam gemacht, dass die Eierstöcke des Maulwurfes durch eine Einschnürung in zwei Hälften getheilt seien, in eine grössere, gefässreichere und eine kleinere blässere. Eine derartige Scheidung des Ovariums dürfte individuellen Abweichungen unterworfen sein, denn ich fand sie früher an einigen hierauf untersuchten Exemplaren nicht, sondern der rundliche Eierstock war äusserlich und innerlich von gleichmässiger Be-

Fig. 247.



Aus dem Eierstock des Maulwurfes.
A Stroma, B Eifollikel in verschiedenem Grade der Entwicklung, an den grössten sieht man auch die Blutgefässe der Wand.
a Theca folliculi, b Membrana granulosa, c Zona pellucida.

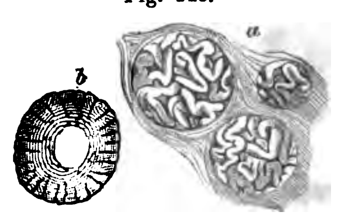
schaffenheit und gelblicher Farbe. Bei der mikroskopischen Untersuchung bestand er fast ausschliesslich aus dicht gehäuften Fettkörnchen und nur mit Mühe liessen sich follikelähnliche Blasen da und dort wegsehen. Es schien der Eierstock (Monat Juni) eine vollständig

rückwärts gehende Metamorphose eingeleitet zu haben. Jüngst nun hatte ich Gelegenheit, abermals einen Maulwurf hierauf zu zergliedern, wo der Befund ein anderer ist. Der Eierstock zerfällt deutlich in einen oranggelben grösseren Abschnitt und in einen grauen, kleineren. In letzterem sind die schönsten Follikel mit den Eichen nach ihren verschiedenen Entwicklungsstadien zu erkennen; im oranggelben Theil fehlen durchaus wirkliche Eier, man sieht nur die ersten Keime der Follikel, die ganz überdeckt und eingehüllt sind von Fettkörnchen. Eine Erklärung des Faktums weiss ich nicht zu geben, doch liesse sich denken, dass die Eier in bestimmter Reihenfolge reiften und austreten, worauf dann der Theil des Ovariums der Fettmetamorphose oder der Bildung der gelben Körper verfällt.

Da bei den übrigen Wirbelthierklassen, den Vögeln, Amphibien und Fischen die reifen Eier an Grösse gar sehr die der Säuger übertreffen, so hat er, abgesehen von seinen sonstigen Umrissen, immer einen traubenförmigen Habitus, und die Follikel haben sich derartig vom gemeinsamen Bindegewebsstroma des Eierstockes abgehoben, dass sie nur durch einen Stiel mit ihm zusammenhängen. Am Eierstock der Knochenfische kommt auch in Betracht, dass seine Hülle eine sehr entwickelte glatte Muskulatur besitzt; ich fand es so bei *Esox lucius, Perca fluviatilis, Salmo salvelinus,* bei letzteren schien mir auch das Stroma des Eierstockes diese Elemente zu haben. (Die Existenz jener Oeffnungen, welche früher *Rathke* vom Eierstock der Batrachier beschrieb, möchte ich sehr bezweifeln; die reifen Eier scheinen durch Platzen ihres bindegewebigen Ueberzuges frei zu werden.)

Die eigentliche Wand des Eifollikels wird demnach immer von einer zu innerst mehr oder weniger homogenen Grenzschicht des die Conturen der Follikel umschreibenden bindegewebigen Stroma's vorgestellt. Eine für Wirbelthiere isolirt dastehende Erscheinung ist, dass bei *Trygon pastinaca* die gefässhaltige Follikelwand in den Dotter hinein zahlreiche, tiefe Falten schickt. Die hochgelben Eier erhalten dadurch auf ihrer Oberfläche ein eigenthümliches, hirnartig gewundenes Aussehen.

Fig. 248.

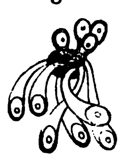


Eierstockseier von Trygon pastinaca in natürlicher Grösse.
a von der Oberfläche angesehen, b im Durchschnitt.

Bei allen Wirbelthieren finden sich Zellen, welche die Innenfläche des Follikels überziehen und die s. g. *Membrana granulosa*

zusammensetzen, und sich wohl an der Abscheidung von Eiweissschichten und deren Fortbildung zu Schalenhäuten wesentlich betheiligen. Im Eifollikel der Säuger füllt mitunter eine bedeutende Menge einer eiweissartigen Flüssigkeit den frei bleibenden Raum des Follikels aus. Am Eierstock eines in doppeltchromsaurem Kali aufbewahrten Maulwurfes sehe ich, dass die Zellen der *Membrana granulosa*, ähnlich wie bei verschiedenen Epithelformationen, nicht bloss rundlich und cylindrisch sind, sondern auch in mehre kurze Fortsätze ausgehen (vergl. oben Fg. 7), sowie ich ferner an den reifen Eierstockseiern desselben Thieres glaube beobachtet zu haben, dass die spindelförmigen Zellen des *Discus*, welche *Bischoff* in seinen bekannten Monographien abbildet und welche dem Ei ein strahliges Aussehen geben, durch Sprossenbildung aus den ursprünglich runden Zellen hervorgehen, denn ich habe im isolirten Zustande Objekte vor mir gehabt, wo gegen 12 keulenförmige Ausläufer mit dem Kern im verbreiterten Ende, einer centralen Kugel aufsassen.

Fig. 249.



Aus dem Discus proligerus des Eies vom Maulwurf.
Man sieht die Vermehrung der Zellen durch Sprossenbildung. (Starke Vergr.)

§. 463.

Nimmt man auf die Zusammensetzung des reifen Eierstockseies der Wirbelthiere Rücksicht, so unterscheidet man durchweg, von aussen nach innen gehend, die Eihülle, den Dotter, das Keimbläschen und den Keimfleck.

Dotter.

Am Dotter lässt sich immer eine Vereinigung von eiweissartigen und fettartigen Substanzen nachweisen. Bei Säugethieren erscheint selbst am reifen Ei das Fett nur unter der Form kleiner Kügelchen, bei den übrigen Wirbelthieren treten grössere Fettkugeln auf, besonders umfangreiche bei manchen Knochenfischen; oder auch wohl bei Batrachiern, Plagiostomen (nicht bei *Trygon pastinaca*) tafelförmige, geschichtete Gebilde, die man früher ihres Aussehens wegen für Fett hielt, nach *Virchow* aber wesentlich aus einer eiweissartigen Masse bestehen. Sie erinnern, wie *Joh. Müller* bemerkt, an die Stärkmehlkörner der Pflanzen und deren Ablagerungsform. Selbst das Eiweiss, welches im Säugethierei lediglich als gleichförmiges Bindemittel der Fettkörnchen erscheint, kann sich zu besonderen Eiweisskugeln differenziren, z. B. bei den Selachiern. Dem Dotter mancher Batrachier (*Siren*, *Rana*, *Bufo*, *Bombinator*, *Pelobates* u. a., nicht bei *Alytes* und *Breviceps*) und Fischen (*Polypterus*,

Acipenser u. a.) ist auch noch dunkelkörniges Pigment beigemischt. Die Dotterkügelchen bei *Hyla* haben nach *Billroth* eine schön smaragdgrüne Färbung. Einen sehr merkwürdigen tubulären Bau des Dotters hat jüngst *Reichert* vom Hecht beschrieben (Müller's Arch. 1856). „Die Nahrungsdotterkugel besteht aus einer, im frischen Zustande sehr durchsichtigen, homogenen, eiweissartigen Grundsubstanz von zäher Beschaffenheit, die von zahlreichen, im Allgemeinen parabolisch geformten und mit einer wässerigen Eiweisslösung gefüllten Kanälchen oder Röhrchen durchsetzt wird. Die Schenkel der Kanälchen endigen mit offener Mündung frei an der Oberfläche der Kugel, vorn oder hinten, rechts oder links, an der Rücken- oder Bauchfläche derselben. Die Oeffnungen erscheinen daselbst in Form von kreisförmig begrenzten lichten Flecken, die sich auf den ersten Anblick wie pelluzide Bläschen ausnehmen. Die zusammengehörigen Schenkel eines parabolischen Kanälchens verlaufen nicht in einer, sondern in zwei, am Scheitel unter einem spitzen Winkel zusammentreffenden Ebenen. Sämmtliche Scheitel der Röhrchen liegen ungefähr im Centrum der Kugel, welches seine grösste Ausdehnung in der Längsaxe, die kleinste in der Horizontalaxe besitzt; oftmals greifen hier die Scheitel gegenüber liegender Kanälchen theilweise ineinander. Jedes Kanälchen beginnt an der Oberfläche der Kugel gemeinhin mit den kurzen verdünnten Endstücken, nimmt dann plötzlich an Weite zu, um nach dem Scheitel hin sich allmählig wieder zu verdünnen. Am hinteren Pol des Eies findet sich stets ein kleiner Abschnitt der Dotterkugel vor, in welchem die Röhrchen durch ihre Feinheit ausgezeichnet sind.“ *Reichert* bringt auch die Rotationen des befruchteten Hechteies, welche man bisher von der freilich von Niemand gesehenen Anwesenheit von Flimmercilien ableitete, mit dieser tubulären Struktur des Dotters in Beziehung und zeigt, dass es eigentlich Oscillationen seien, welche durch Verrückung des Schwerpunktes der leicht beweglichen Dotterkugel entstehen. (Von anderer Natur und Beschaffenheit sind natürlich die seit Langem bekannten Rotationen der mit Cilien versehenen Embryonen.)

Im unreifen Ei des Frosches existirt ein von der Dottersubstanz und dem Keimbläschen unterschiedener körniger Körper, von dem im vollendeten Ei keine Spur mehr aufzufinden ist.

Keimbläschen

Das Keimbläschen liegt im fertigen Ei aller Wirbelthiere excentrisch und der bei Säugern und Vögeln gewöhnlich einfache, bei Amphibien und Fischen mehrfache, ja mitunter, z. B. bei Batrachiern, in grosser Zahl vorhandene Keimfleck sitzt immer der Innenfläche des Keimbläschens an, und ich habe bei der Ratte wahrgenommen, dass, nachdem das Keimbläschen geplatzt und zusammengefaltet war, der Keimfleck durch einen Stiel der Wand des Keimbläschens anhing. Der Keimfleck bietet entweder, besonders bei Fischen und

nackten Amphibien, ein wasserklares, mitunter feinkörniges Aussehen dar, oder er bricht das Licht wie ein Fetttropfen (bei manchen Säugern z. B.).

§. 464.

Eihülle.

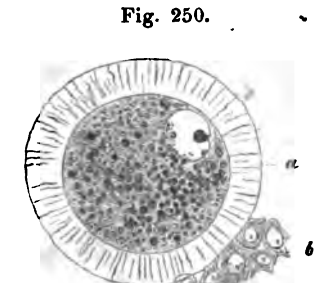
Die Hülle der Eier zeigt in ihrer Beschaffenheit eine grosse Mannichfaltigkeit und wird wegen ihrer Bedeutung für die Wege, auf denen die Samenkörperchen bei der Befruchtung in's Ei gelangen, gerade im gegenwärtigen Augenblick von verschiedenen Beobachtern mit Aufmerksamkeit der Untersuchung unterworfen.

Die Bildung des primitiven Eierstockseies der Wirbelthiere scheint allgemein (falls die Mittheilungen *H. Meckel's* über die Bildung des Hühnereies sich nicht bestätigen sollten) so zu erfolgen, dass eine Eierstockszelle durch Wachsen und Umwandlung ihres Inhaltes in Dotter sich zum Ei fortentwickelt. Die ursprüngliche Zellenmembran wird dann zur Dotterhaut, die bei Vögeln, Amphibien und Fischen eine homogene, dünne oder dickere, den Dotter unmittelbar umschliessende Membran vorstellen kann. Es bleibt indessen bei den wenigsten Wirbelthieren bei dieser einfachen Eihülle, sondern schon im Eierstocksfollikel legen sich noch andere, öfters sehr complizirte Hüllen oder Schalen herum, über deren Genese man zwar noch keine sicheren Aufschlüsse gewonnen hat, die aber durch Abscheidung ursprünglich weicher eiweissartiger Lagen, wahrscheinlich von Seiten der den Eifollikel auskleidenden Zellen der *Membrana granulosa* nach Art der geschichteten Cuticularbildungen geliefert zu werden scheinen. An diesen Eihüllen, man könnte sie sekundäre nennen, hat man in jüngster Zeit zwei sehr bemerkenswerthe Strukturverhältnisse kennen gelernt, die Porenkanäle nämlich und den Mikropylapparat, worüber Folgendes:

Am Ei der Säugethiere ist durch Umlagerung von Eiweissschichten um die ursprüngliche Zellenmembran und inniges Verschmelzen mit derselben eine dicke, elastische und feste Hülle entstanden, die s. g. *Zona pellucida*. Nach der Entdeckung von *Remak* wird sie von dichtstehenden, gradlinigen Streifen, welche sämmtlich im Sinne von Radien der Kugel ohne Unterbrechung von der Oberfläche zur Innenfläche verlaufen, durchsetzt und sie werden auf die Anwesenheit von Porenkanälen bezogen. Ich vermag diese Angaben nach Untersuchung des Eies vom Maulwurf zu bestätigen. Allerdings sind die Linien so fein, dass sie aufgesucht sein wollen; am besten sah ich sie an Eiern, die aus dem Follikel herausgefallen, eine durch Wasserzusatz aufgequollene *Zona pellucida* hatten. Die Streifen stehen dann mehr auseinander und wenn der Dotter zum Theil ausgeflossen, vollführen sie einige Schlängelungen. Uebrigens machen sie auf mich von der Fläche und im Profil denselben Eindruck, wie andere sehr feine Porenkanäle in der Haut der Arthropoden u. a. a. O. Von einem einfachen grösseren Kanal oder Mikropyle beim Säuge-

thierei konnte ich bisher so wenig wie *Leuckart* etwas zur Ansicht bekommen, während *Meissner* (Ztschr. f. w. Zool. 1854) einmal beim Kaninchenei in der *Zona* eine Lücke oder Mikropyle (?) beobachtete.

Fig. 250.



Eierstocksei vom Maulwurf.
a die Dotterhaut mit den Porenkanälen, (b von den Zellen des Discus proligerus), (Starke Vergr.)

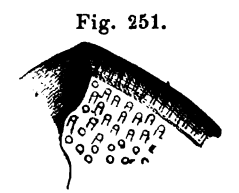
§. 465.

Bei den Batrachiern scheint sich im Eifollikel nur eine feste homogene Dotterhaut auszubilden; im Eileiter legt sich eine dicke Gallertschicht herum, an welcher jüngst *Reichert* (a. a. O.) entdeckt hat, dass sie bei *Rana temporaria* im von Wasser aufgequollenen Zustande von unmessbar feinen Pünktchen übersäet ist, und der genannte Forscher vermuthet, dass sie die optischen Ausdrücke von Ausmündungsstellen von Röhrchen darstellen, obschon sich die Röhrchen selbst beim Durchzug durch die Hülle nicht nachweisen lassen. Sehr wahrscheinlicher Weise ist ausserdem noch eine grössere Mikropylöffnung, welche die Dotterhaut durchbohrt, vorhanden. *Leuckart* nämlich hatte schon früher angegeben, dass, obschon er beim Frosch vielfach die Samenfäden im Innern des Dotterraumes angetroffen, auch oftmals bei ihrem wunderbar schnellen Einbohren durch die äusseren Hüllen überrascht, er doch niemals gesehen habe, dass dieselben durch die äusserst feste Dotterhaut hindurchdrangen. Sobald vielmehr die Samenfäden an letzterer ankamen, bogen sie sich um, wie ein Nagel, der auf ein undurchdringliches Hinderniss stösst. Ganz in Uebereinstimmung damit meldet auch *Reichert*, dass er durch die Dotterhaut hindurch nie ein Samenkörperchen dringen sah; sie hielten still an der Grenze der Dotterhaut. Für die Anwesenheit einer besonderen Mikropyle redet auch noch, wie *Leuckart* angiebt, dass die Zahl der wirklich in's Innere des Dotterraumes eingedrungenen Zoospermien im Vergleich zu der Menge, die das Eiweiss durchsetzen, nur äusserst gering ist, sowie endlich die Beobachtung von *Newport*, dass das Froschei an verschiedenen Stellen seiner Oberfläche in verschiedener Weise für die Befruchtung empfänglich ist.

§. 466.

Die Knochenfische machen sich zum Theil durch sehr zierliche Bildungen ihrer im Eifollikel erzeugten Eikapseln bemerklich. Bei den Arten von *Salmo* (*S. fario*, *S. salvelinus*), *Barbus*, *Cobitis fossilis* sehe ich in der einfachen Eikapsel sehr feine und dicht stehende Porenkanäle, welche der Schalenhaut eine eigenthümliche Punktirung verleihen. Andere Fische haben ausser der punktirten noch eine zweite Eihülle, so beim Barsch, Kaulbarsch, Hecht, vielen Cyprinoiden; es ist die Schicht, welche man gewöhnlich die Ei-

Fig. 251.



Ein Stück Eischale von Cobitis fossilis mit den Porenkanälen. (Starke Vergr.)

weisshülle nennt. Von *Perca fluviatilis*, wo sie am auffallendsten ist, beschreibt sie *Joh. Müller* als eine die punktirte Haut an Dicke weit übertreffende Lage, deren radiäre, mit spiraligen Windungen laufenden Kanälchen an der Innenfläche mit einer trichterförmigen Erweiterung enden. Wie sich diese weiten Porenkanäle der äusseren Eihülle zu den feinen der inneren punktirten oder „chagrinirten" Haut verhalten, ob sie in continuirlichem Zusammenhang stehen, ist noch unbekannt. Beim Hecht ist diese zweite Eihülle eine vollkommen durchsichtige, homogene, glashelle Schicht, die Porenkanälchen sind einfache Röhrchen und durchsetzen in senkrechter Richtung die Eiweissschicht (*Leuckart*). Die reifen Eier mancher Cyprinoiden haben eine sammtartige Oberfläche, indem auf der Eihaut cylindrische kleine Stäbchen dicht gedrängt in radiärer Stellung sich vorfinden. Auf sie hat *Joh. Müller* ebenfalls zuerst hingewiesen. *Reichert* sah diese Bildung am ausgezeichnetsten bei *Leuciscus erythrophthalmus* und *Chondrostoma nasus*; auch beim Schlei trete eine solche Struktur an einzelnen Stellen hervor. Aus eigener Beobachtung kann ich den *Gobius fluviatilis* nennen, an dem die Stäbchenlage sehr entwickelt ist. Die Stäbchen ordnen sich hier, indem sie sich mit den freien Spitzen zusammenneigen, in lauter einzelne, einer gefelderten Zeichnung entsprechende Gruppen ab, lösen sich leicht von der Eischale weg, brechen das Licht stark und, in Kalilauge erblassend, zeigen sie das eine Ende schärfer gerandet. *Reichert* betrachtet diese Stäbchenlage für gleichbedeutend mit der zweiten Eihülle oder Eiweissschicht des Barsches, Hechtes etc., da er sich an den noch unreifen Eiern der Plötze überzeugte, dass die Stäbchen mit ihrer Basis in eine

homogene, glashelle Schicht eintauchten und nur mit den abgerundeten Enden frei hervorragten. Die Eischale vieler Fische hat an der freien Oberfläche ein fazettirtes oder gefeldertes Ansehen, was auch an der Eischale vieler Wirbellosen, Insekten namentlich, wiederkehrt, und es ist höchst wahrscheinlich, dass, gleichwie solche Eihüllen im Ganzen Abscheidungen der Membrana granulosa sind, die fazettirte Zeichnung von dem Sichabdrücken der *Membrana granulosa* in die noch weiche, gallertige Eihülle herrührt. Beim Barsch liegt in der Mitte einer jeden Fazette der offene Trichter des hier beginnenden Porenkanales.

Die Fische sind ferner die einzigen Wirbelthiere, an denen man vorderhand und mit Sicherheit einen trichterförmigen, die Eihüllen durchdringenden Kanal oder eine Mikropyle kennt. Die erste Oeffnung dieser Art hat *Doyère* von *Syngnathus ophidium* beschrieben (l'Inst. 1850) und obwohl er bereits die Oeffnung Mikropyle heisst und ihre wahrscheinliche Beziehung zum Befruchtungsakte hervorhob, wurde die Beobachtung doch übersehen und bei uns jüngst erst durch *Leuckart* in ihr Recht eingesetzt. Unabhängig davon hat *Bruch* an Forelleneiern die Mikropyle entdeckt, was *Leuckart* bestätigte, und noch von zwei anderen Fischen, dem Wels und Hecht, eine solche Oeffnung erkannte. *Reichert* vermochte an allen Cyprinoiden (*Cyprinus, Leuciscus, Chondrostoma, Tinca*), beim Wels und beim Kaulbarsch die Mikropyle leicht wiederzufinden. Nach ihm ist der Kanal der Mikropyle nicht mit zwei trichterförmigen Oeffnungen versehen, sondern besitzt die Form eines einfachen Trichters, dessen dünnster Theil, der Hals, gegen das Innere des Eies sich wendet.

Fig. 252.

Mikropyle von Leuciscus erythrophthalmus.

Die Eihaut ist zu einer derartigen Falte geschlagen, dass die Innenfläche derselben nach aussen liegt.

a Eingangsraum der Mikropyle, b Boden der trichterförmigen Höhle, c Hals der Mikropyle, d sammtartige, e punktirte Eihülle, g Eiweissschicht in der Umgebung der Mikropyle an der Innenfläche der Eihülle. Nach *Reichert*. (Mässige Vergr.)

Ausser den im Eifollikel entstandenen Hüllen des Eies giebt es noch bekanntlich Hüllen und festere Schalen bei Vögeln, Reptilien, Selachiern, welche von den Eileitern produzirt werden. Dass auch die Eileiterhüllen Systeme von Poren besitzen können, beweist die oben erwähnte Beobachtung *Reichert's* über die gallertartige Eihülle vom Frosch. Ueber die Kalkschale der Vögel, welche durch Erstarrung einer weissen, milchigen, kalkreichen Flüssigkeit sich bildet, hat *v. Wittich* berichtet, dass sie von einer nicht geringen Menge ziemlich grosser Hohlräume durchzogen sei mit Oeffnungen an der Oberfläche. — Die Eischale von *Lacerta agilis* besteht aus Fasernetzen, die in nichts von elastischen Fasernetzen verschieden scheinen. —

Eine ganz merkwürdige Schicht von Fasern findet sich, wie *Häckel* entdeckt hat (Müll. Arch. 1854) unterhalb der Dotterhaut, zwischen ihr und dem Dotter an den Eiern der *Scomberesoces*: sie sind einfach, solid, glashell, das eine Ende allmählig in eine Spitze ausgehend, das andere in einen Kolben anschwellend. Man hat bis jetzt keine Ahnung, was sie bedeuten oder was aus ihnen wird.

§. 467.

Eileiter.

Zum Bau des Eileiters werden bei allen Wirbelthieren Bindesubstanz und Epithelien verwendet, häufig auch Muskeln. Die Tuben der Säugethiere haben aussen eine aus Bindegewebe und Plattenepithel bestehende *Serosa*, darauf kommen glatte Muskellagen, dann zu innerst die bindegewebige *Mucosa* sammt einem Flimmerepithel. Ob die Schleimhaut immer zu Drüsen sich einsackt, lässt sich noch nicht sagen; beim Maulwurf z. B. sieht man seichte Drüsenfollikel, von denen immer eine Anzahl durch eine allgemeine Hülle gruppenweise vereinigt wird.

Aehnlich ist die Zusammensetzung des Eileiters der Vögel; zahlreiche einfache Drüsenfollikel sind nach *Meckel* beim Huhn vorhanden, während ich in der sehr gefalteten Schleimhaut bei *Ardea cinerea* die Drüsen vermisse; ebenso muss ich für den Eileiter des Kanarienvogels eigentliche Drüsen in Abrede stellen, wohl aber sind während der Legezeit alle Zellen des Epithels prall mit Eiweisskügelchen angefüllt. — Die Tuben flimmern nach *Valentin*.

Bei den Amphibien findet sich als gemeinsamer Charakter der Eileiter bloss, dass sie innen wimpern, hingegen ist die Anwesenheit von Muskeln nicht beständig, sie mangeln, wie ich sehe, z. B. beim Frosch, beim Proteus und Axolotl; auch die Drüsen, welche beim Landsalamander, Triton, den Fröschen und Kröten beobachtet werden und kurz vor dem Eierlegen durch starke Entwicklung den Eileiter förmlich dickwandig machen, fehlen z. B. dem Proteus. — Die Eileiter des Frosches bekommen, nachdem die Eier dieselben passirt und mit Eiweisshülle versorgt sind, ein zusammengeschrumpftes, gelbweisses Aussehen, welche Farbe dadurch bedingt ist, dass die in den Zellen der Eileiterdrüsen noch restirenden Eiweisskügelchen sich in Fettkörnchen metamorphosiren.

33*

Unter den Fischen haben die Selachier einen deutlich muskulösen Eileiter (bei *Chimaera* sind die Kerne der Muskellagen blass und schmal), dessen längsgefaltete Schleimhaut bis zur Uebergangsstelle in den Uterus ein Flimmerepithel trägt. Zwischen Muskel- und Schleimhaut ist die verschieden stark entwickelte Eileiterdrüse eingeschoben: sehr gross finden wir sie bei *Scyllium*, unbedeutend dagegen bei *Trygon*, wo sie unmittelbar über dem Uterus sitzt. Das Flimmerepithel überzieht auch noch den die Drüse deckenden Theil der Schleimhaut; die Drüse selber besteht aus gerade verlaufenden Röhrchen, deren Inhalt Fettmolekule sind; das blinde Ende der Röhrchen erscheint gegen die Schleimhautfläche gerichtet und das Sekret quillt aus einem Längsschlitz hervor, der unter der vorderen, brückenförmigen Verbindung der beiden Drüsenhälften beginnt.

Bei jenen Teleostiern, deren Eierstock in dem blinden und sackartig erweiterten Ende des Eileiters liegt, dehnt sich auch das Flimmerepithel der Innenfläche über die ganze sackartige Erweiterung aus (z. B. bei *Esox lucius, Cobitis fossilis*, wo es übrigens leicht vergeht).

Der Bauchfelltrichter, welcher bei den Ganoiden als Eileiter fungirt und beim Stör ohne Muskeln und drüsenlos ist, wimpert gleichfalls an der Innenfläche und die Flimmerung setzt sich nach der Bauchhöhle fort, indem sie sich, wenn auch nicht continuirlich, doch in gewissen Zügen weit durch letztere verbreitet. Auch bei *Polypterus* wimpert der Eileiter, die Zellen des Epithels sind klein, wie beim Stör, die Härchen ziemlich lang und dick; denselben Wimperbesatz tragen auch die Epithelzellen des Bauchfelles in der Umgebung der Eileitermündung. Bei *Branchiostoma* und den Cyklostomen, wo der Bauchfelltrichter auf den *Porus genitalis* reduzirt ist, sowie unter den Teleostiern bei den Familien der *Salmones, Galaxiae* und *Muraenoidei*, deren Eier ebenfalls in die Bauchhöhle fallen, um durch den hinter dem After gelegenen *Porus* ausgeführt zu werden, flimmert wahrscheinlich die Bauchhöhle bis in den *Porus* hinein.

§. 468.

Uterus.

Die unteren Enden der Eileiter können zu einem erweiterten Abschnitt oder Uterus umgebildet sein, in welchem die Eier eine kürzere oder längere Zeit verweilen, auch wohl zum Embryo sich fortentwickeln, wodurch das Thier zu einem lebendig gebärenden wird. Der feinere Bau des Uterus ist in der Wirbelthierreihe nicht überall der gleiche; zwar machen glatte Muskeln allgemein einen Haupttheil seiner bald dicken, bald dünneren Wandungen aus, aber die Bildung der Schleimhaut variirt; sie entwickelt bei vielen Säugern Drüsen; diese sind lang, kanalartig beim Pferd, beim Schwein, den Fleischfressern, am längsten bei den Wiederkäuern (im Uterus des Rehes mangeln sie, wie *Bischoff* versichert, nur an den Stellen der Carunkeln); eine starke Ausbildung dieser Drüsen meldet *Barkow*

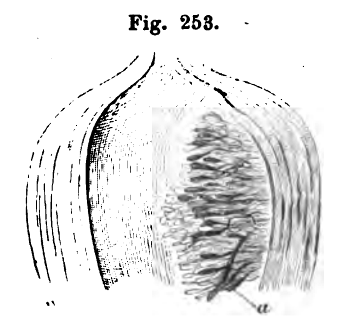
von den Phoken (sie finden sich auch beim Delphin), und ausserordentlich entwickelt sah sie *Myddelton* bei *Opossum*. Beim Maulwurf, wo ich sie früher vermisste, erkenne ich sie jetzt von Schlauchform und *Lieberkühn*'schen Drüsen sehr ähnlich. Bei der Ratte findet man anstatt der Drüsen eine ausgesprochene Fältchenbildung der *Mucosa*, doch könnte man allerdings von einem höheren Standpunkt aus die Räume zwischen den Fältchen für kolossale Drüsen erklären, da man sich eben in demselben Falle befindet, wie mit den Darmdrüsen der Batrachier und Ganoiden; es ist rein subjektiv, ob man von wabenförmig verbundenen Falten der Schleimhaut oder von sehr geräumigen, kurzen Drüsensäcken sprechen will. *Reichert* nennt sie vom Kaninchen Drüsen. Nach demselben Forscher ist der Zugang zu den Drüsen bei den Wiederkäuern trichterförmig erweitert. In der Schwangerschaft werden die Oeffnungen überall ausserordentlich vergrössert und dem unbewaffneten Auge mehr oder weniger deutlich bemerkbar. — Bei manchen Säugethieren verbreitet sich Pigment in dem serösen Ueberzug, bei *Cercopithecus aethiops* erscheint nicht nur die *Serosa* des Uterus, sondern auch die *Ligamenta uteri* und das *Ovarium* schwarz pigmentirt.

Was die Vögel betrifft, so beschreibt *H. Meckel* aus dem Uterushorn des Huhnes einfache, keilförmige Follikel, welche Eiweiss absondern, während sich in der *Portio vaginalis uteri* andere Drüsen finden, welche verzweigt sind und deren Epithel Kalkstaub enthält, der sich mit der Eischale verbindet. (Uebrigens lässt *Meckel* die Eischale aus einer sich lösenden Schleimhautschicht des Uterus entstehen, in der er Fasergewebe, die Mündungen der Uterindrüsen, sogar Spuren grösserer Blutgefässe erkannte.)

Im Uterus der Ringelnatter sind die Drüsen kurze Säcke. Der Uterus des Landsalamanders, ferner der taschenartig erweiterte Endabschnitt des Eileiters (Uterus) von *Pelobates* ist nach meinen Erfahrungen drüsenlos, ebenso der von Selachiern. Die Schleimhaut erscheint hier entweder glatt und hat bloss Längsfalten mit Zickzackbiegungen (*Scyllium* z. B.), oder sie trägt sehr entwickelte Zotten (*Acanthias vulgaris*, *Spinax niger*, *Scymnus lichia*, *Trygon pastinaca*). Sie stehen mitunter (*Acanthias vulgaris*, *Scymnus lichia*) in sehr regelmässigen Längsreihen, hören gegen das Ende des Uterus auf und gehen in blätterartige Längsfalten über; bei *Trygon pastinaca* stehen sie so dicht nebeneinander, dass von der übrigen Schleimhautoberfläche nichts mehr durchblickt. Die Zotten haben einen ausnehmenden Gefässreichthum: man unterscheidet in ihnen meist zwei stärkere Gefässe, die an dem Ende der Zotte schlingenförmig ineinander übergehen und zwischen denselben ein engmaschiges Gefässnetz. Diese Gefässe zeichnen sich im trächtigen Uterus durch eine verhältnissmässig sehr dicke Ringmuskelschicht aus. Auch die Schleimhaut des trächtigen

Uterus von *Salamandra* ist mit dichten Querfalten versehen, in welche zahlreiche Blutgefässe aufsteigen.

Fig. 253.



Uterus von Trygon, aufgeschnitten, um die Zotten a zu zeigen.

Fig. 254.



Ein Stück Uterusschleimhaut von Spinax (etwas über natürl. Grösse). a die sehr entwickelten Zotten.

Das Epithel der Uterusschleimhaut zeigt sich bei Säugern als ein flimmerndes (?) Cylinderepithel, das beim Schwein bis in's blinde Ende der Drüsen hinein wimpert. Doch wurden bisher noch wenige Säugethiere auf die Epithelformen des Uterus näher untersucht und mehre Autoren (*Kilian* z. B.) sprechen von dichten Lagen eines Pflasterepithels. Der Fruchthälter des Kaninchens hat nach *Reichert* dem Pflasterepithel sich annähernde Zellen, die in der *Portio tubaria* dem cylindrischen Flimmerepithel Platz machen und in der *Portio vaginalis* sich den Zellenschüppchen der Scheide anschliessen. — Beim Salamander besteht das Uterusepithel aus rundlichen flimmerlosen Zellen, ebenso bei der Ringelnatter und der viviparen *Coronella laevis*, wo sich unmittelbar vor der Kloake durch Vereinigung der Ovidukte ein unpaarer drüsenloser Uterus ausbildet, und auch im Uterus der Selachier haben die bald platten, bald cylindrischen Zellen nirgends Cilien. Der sog. Uterus oder der erweiterte drüsenlose Endabschnitt des Eileiters der schwanzlosen Batrachier wimpert.

Das Gekröse des Eileiters und Fruchthälters erscheint häufig mit Muskeln ausgestattet, indem man sowohl bei Säugethieren (mir bekannt von Wiederkäuern, dem Maulwurf), als auch Vögeln (Reiher z. B., wo ich die Muskelkerne schmal und blass finde), und Amphibien (Landsalamander, Blindschleiche) dichte Züge und Netze glatter Muskeln im Mesometrium gewahrt. Auch im Gekröse des Eierstockes von *Salmo fario* ist eine reiche glatte Muskulatur unverkennbar, deren Kerne lang und schmal sind.

Mesometrium.

Die Schleimhaut der Scheide ist bei Säugethieren (ob immer?) ohne Drüsen. Manche Autoren nennen die Scheide der Wiederkäuer drüsenreich, ich finde im Gegentheil, dass die *Mucosa vaginae* der Kuh ohne alle Drüsen ist. Auch beim Maulwurf, wo sich die Schleimhaut in dicht stehende Papillen erhebt, vermisse ich die Drüsen. — Die Clitoris verhält sich histologisch gleich der Ruthe, besitzt auch bei Säugern nicht selten einen dem Penisknochen analogen „Knorpel“ oder Knochen, in welcher Beziehung ich den bekannten Säugethieren auch den Maulwurf anreihen kann, in dessen nervenreicher Clitoris man leicht durch Aufhellung mit Kalilauge ein längliches Knochenstück erkennt; beim Schwein fand *Nylander* in ihr Pacini'sche Körperchen.

Scheide.

Die Kloake oder die gemeinschaftliche Höhle, welche die Mündungen des Darmes, der Harn-, Samen- und Eileiter aufnimmt, wimpert beim Wassersalamander (*Triton*), sowie bei den Larven der *Salamandra maculata*. Bei letzterem Batrachier verliert sich die Flimmerung im ausgebildeten Thier, und auch in der Kloake des Frosches fehlt sie. — Beim Salamander zeigt sich die Schleimhaut der Kloake sehr nervenreich. In die Rückenseite der Kloake münden bei der weiblichen Eidechse dieselben dem blossen Auge weissgrauen Drüsen, welche oben vom Männchen als accessorische Geschlechtsdrüsen gedeutet wurden.

Kloake.

Bei *Chimaera monstrosa* hängt mit dem weiblichen Genitalsystem noch ein eigenthümliches von mir beschriebenes Organ (Müll. Arch. 1851) zusammen, das beim Oeffnen eines weiblichen Thieres sofort in die Augen fällt, da es gleich dem Eileiter und Uterus eine weisse Farbe hat und schon dadurch ankündigt, dass es nicht dem Verdauungssystem, welches durchweg schwärzlich erscheint, zuzurechnen ist. Das Organ liegt zwischen dem Mastdarm und dem Uterus und stellt einen 1 Zoll langen, dickwandigen Blindsack dar, der in das vorderste Ende der Kloake ausmündet und dessen äussere Wand aus Bindegewebe, elastischen Fasern und glatten Muskeln besteht. Nach innen folgt eine nicht besonders dicke Drüsenschicht und der Hohlraum des Sackes war von einem gallertigen Pfropf ausgefüllt. *Hyrtl* hat neuerdings (Sitzungsber. der k. Akad. in Wien, 1853) den Sack für ein *Receptaculum seminis* erklärt, was so lange Vermuthung bleiben wird, bis man Zoospermien darin sieht.

§. 253.

Milchdrüsen.

Die Milchdrüsen der Säuger sind, wie ältere Angaben lehren, nach zwei Typen gebaut; bei den Affen, Fledermäusen, Nagern (bei der Ratte sehe ich sie auch beim Männchen sehr entwickelt und von gelblicher Farbe), Beutelthieren, Hufthieren stellen sie traubige Drüsen dar, deren Ausführungsgänge sich entweder in eine gemeinschaftliche, sinusartige Höhle vereinigen mit einfacher Mündung an der Zitze, oder es finden sich mehre Gänge, die für sich die Warze durchbohren. Den anderen Typus repräsentiren die Cetaceen, Monotremen; hier ist jede Milchdrüse ein Agglomerat sehr ansehnlicher, langer, weiter, innen zelliger Blindschläuche, welche gegen eine (bei den Monotremen glatte) Warzenstelle zusammenstrahlen. — Von der Haut des Beutels der Marsupialien wird gewöhnlich kurz gemeldet, dass „zahlreiche Follikel" mit ihrem Sekret die Innenfläche des Sackes schlüpfrig erhalten. Hierzu sei bemerkt, dass ich am ganzen Beutel von *Didelphis* die Haut mit den gewöhnlichen Drüsen versehen finde, die spärlich stehenden Härchen werden von mehren Talgdrüsen umgeben und ausserdem sind Schweissdrüsen vorhanden, die einen länglichen Knäuel bilden, ungefähr so, wie sie oben von den behaarten Hautstellen des Hundes beschrieben wurden.

Ueber den feineren Bau der männlichen Geschlechtsorgane der Säugethiere vergleiche man meinen Aufsatz in der Zeitschr. f. w. Z. Bd. II., aus dem ich noch Folgendes heraushebe:

Affen. Samenblasen bei *Cercopithecus faunus*, *Cynocephalus hamadryas*, *Mycetes ursinus* mit glatten Muskeln unter dem Bindegewebe der einzelnen Samenschläuche, darauf die Drüsenschicht aus traubenförmig gruppirten Bläschen bestehend. *Ductus deferens* bei *Cynocephalus* gegen die Ausmündung zu spindelförmig (wahrscheinlich durch Drüsen) verdickt. *Prostata* bei *Mycetes* einfach, ungelappt, bei *Cynocephalus* in zwei Partien zerfallen, die wohl nach der Analogie mit anderen Säugethieren, auch im Drüsenepithel und somit in der Beschaffenheit des Sekretes differiren. Die Drüsenbläschen traubenförmig geordnet; Hauptbestandtheil der *Prostata* glatte Muskeln, in feineren und stärkeren Balken das Organ durchziehend und an der Peripherie eine gleichmässige Schicht erzeugend, wovon die äusseren Fasern der Länge, die inneren der Quere nach verlaufen. *Cowper*'sche Drüsen des *Cynocephalus* zu äusserst von einer Hülle aus Bindegewebe umgeben, in der feine elastische Fasern und Nervenfibrillen sichtbar gemacht werden können. Darunter die Muskelschicht aus quer gestreiften Bündeln zusammengesetzt; sie nehmen von keinem nah gelegenen Muskel ihren Ursprung, sondern bilden eine isolirte selbständige muskulöse Hülle um die Drüse, sich von da auf den Ausführungsgang fortsetzend. Bei *Mycetes* sind die *Cowper*'schen Drüsen unmittelbar in die Substanz des *Musculus urethralis* eingelagert.

Handflügler. Samenblasen bei *Pteropus vulgaris* mit glatten Muskeln unter der äusseren Bindegewebshülle, die Schleimhaut bildet durch Vorsprünge ein Gitterwerk oder Drüsenräume. *Prostata* bei Fledermäusen weist keine so starke Muskulatur auf, als bei Affen, Fleischfressern u. a., wesshalb auch die Drüsenbläschengruppen an der Oberfläche hervorspringen und letztere höckerig machen. An den verschiedenen Partien der *Prostata*, bei *Vesperugo*, *Vespertilio*, *Phyllostoma* und *Pteropus*, ist der Inhalt der Drüsenbläschen in mikroskopischer und chemischer

Beziehung von differenter Natur. Die Sekretionszellen der einen Abtheilung sind von hellem, eiweissartigen Aussehen und werden durch Essigsäure noch heller, die Zellen der anderen haben ein feingranuläres Contentum und trüben sich nach Essigsäure. Die *Cowper*'schen Drüsen der Roussette sowie der anderen genannten Fledermäuse haben eine selbständige, aus quergestreiften Bündeln bestehende Muskelhülle. Die letzten Drüsenbläschen sind rundlich, traubig gruppirt, zu Läppchen verbunden und knapp aneinander gedrängt, da im Ganzen wenig Bindegewebe zwischen den Läppchen sich findet; auch der fadenartig zulaufende Theil der Drüse, den man, äusserlich genommen, als Ausführungsgang der Drüse anspricht, enthält im Innern noch während seines g nzen Verlaufes Gruppen von Drüsenbläschen. Essigsäure schlägt in den Epithelzellen und in dem fadenziehenden Sekret eine feinkörnige Masse nieder. Die *Albuginea* des Hodens ist bei *Pteropus* pigmentirt, die Pigmentzellen sind verästelt, doch gewöhnlich nur nach zwei Seiten hin, so dass durch Aneinanderstossen der Zellenausläufer zierliche Pigmentbogen, und zwar in mehren sich kreuzenden Schichten um den Hoden herumlaufen; bei *Vesperugo* und *Vespertilio serotinus* kommen ebenfalls Pigmentirungen vor. Die Capillargefässe, welche zwischen den Samenkanälchen hinlaufen, sind stellenweise mit Häufchen zellenähnlicher Gebilde besetzt, sie erscheinen als zart conturirte rundliche Körper, hin und wieder stielförmig ausgezogen und sind mit einer feinkörnigen gelben Masse angefüllt, welche mehre helle Bläschen umschliesst. — Den *Ductus deferens* sieht man bei *Vespertilio serotinus* gegen sein Ende zu erweitert, was von Drüsen herrührt, welche das Lumen ringsum umgeben.

Insektenfresser. Die Hülle, welche beim Igel die Drüsenpaquet's (sowohl das obere wie untere Paar) der *Prostata* locker umgiebt, besteht der Hauptmasse nach aus Bindegewebe, in welchem aber starke und feine Stränge glatter Muskeln (Gefässe und zahlreiche Nerven) verlaufen, die besonders zahlreich gegen die Stelle zu werden, wo die Hülle die Ausführungsgänge der Drüsen umgiebt, so dass sie unmittelbar vor dem *Musculus urethralis* eine ziemlich starke ringförmige Schicht um den Anfangstheil der Harnröhre bilden. Das Sekret des unteren Drüsenpaares sind Körper von blassem, eiweissähnlichem Aussehen, die sich in der Mitte der Schläuche zu grossen Haufen zusammenballen. Das untere Paar scheidet ein in Essigsäure sich trübendes Fluidum ab. Die wirklichen, nicht die ehemals dafür genommenen *Cowper*'schen Drüsen des Igels sind in die Substanz des *Musculus urethralis* eingebettet. — In der *Prostata* des Maulwurfes sieht man während der Brunstzeit eine durchsichtige, eiweissartige Flüssigkeit, in welcher schon dem freien Auge bemerkliche Klumpen einer geleeartigen Substanz vorkommen. Sind dergleichen Klumpen in grösserer Menge innerhalb der Drüsenschläuche angehäuft, so geben sie letzteren ein eigenthümliches, durchsichtiges Aussehen. Die einzelnen Drüsenschläuche sind mit schönen glatten Muskeln versehen, zeigen unter Wasser geöffnet auf der Innenfläche zahlreiche stark vorspringende Querfalten. An der Einmündungsstelle der Prostataschläuche in die Harnröhre existiren mikroskopisch kleine Ganglien. Die *Cowper*'schen Drüsen haben eine selbständige Muskelhülle aus quergestreiften Bündeln, die sich um die ganze Drüse herum bis auf den mittleren Theil der hinteren Fläche zieht, der ihr als Schwerpunkt dient. Das Drüsengewebe bilden rundliche Bläschen, traubig geordnet, der Inhalt ist gelbweiss, der Ausführungsgang ohne Muskeln, seine Innenhaut gefaltet; zur Muskelhülle geht ein Nervenstämmchen mit breiten Primitivfasern und ausserdem mit den Blutgefässen noch drei bis vier *Remak*'sche Bündel. Zwischen den Samenkanälchen des Hodens die eigenthümliche Zellenmasse mit den scharfconturirten gelblichen Inhaltskügelchen. Der *Ductus deferens* ohne Erweiterung und ohne Drüsen. Der *Penis* enthält einen zarten Knochen.

Fleischfresser. *Prostata* des Hundes sehr muskulös, schon die sie locker umgebende Hülle mit starken Längsbündeln glatter Muskeln. Die direkte Begrenzung des Organes bildet eine Muskellage, an welcher eine äussere, längsverlaufende und eine innere, circuläre Schicht mit der Pinzette abgezogen werden können. Oeffnet man die *Prostata* durch einen Längenschnitt vom Schnepfenhügel her, so sieht man strahlenförmig gelbweisse Stränge durch die Drüsenmasse ziehen, von welchen Strängen aus sich weitere feinere Balken ablösen, und die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass diese Verästelung fortgeht bis zur Formirung eines Maschengewebes, innerhalb welchem die grösseren und kleineren Gruppen der Drüsenbläschen stecken. Die Balken sind gebildet aus Bindegewebe, feinen elastischen Fasern und glatten Muskeln, doch besteht in der Vertheilung genannter Gewebe der Unterschied, dass die glatten Muskeln in den Balken gegen die Peripherie der Drüse zunehmen, während nach der Harnröhre hin das Bindegewebe und die elastischen Netze weit über die glatten Muskeln vorwiegen; daher ist auch letztere Partie von weisslicher, erstere von röthlicher Farbe. Die Drüsen selbst in den Maschenräumen untergebracht münden mit 40 — 50 Ausführungsgängen zur Seite des Schnepfenhügels. Mehrmals traf ich Prostatasteinchen, die aber von denen des Menschen und des Kaninchens abweichen. Es sind bei auffallendem Licht weisse, bei durchfallendem gelbliche, durch Essigsäure unveränderliche Körperchen, von verschiedener, doch meist sehr geringer Grösse, die einzeln oder zu Klümpchen zusammengebacken in den Drüsenschläuchen vorgefunden werden. Nervenfasern begegnet man sehr häufig im Gewebe der *Prostata* und zwar sind es meist *Remak*'sche Bündel mit einzelnen feinen dunkelrandigen Fasern. — Bei der Katze sind die glatten Muskeln, welche die Drüsenträubchen umstricken, nicht so zahlreich als beim Hund, wesshalb ein Durchschimmern der weissgelben Drüsenmasse durch den Muskelüberzug möglich ist; es findet sich viel Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern in dem die Drüsenträubchen umgebenden Fasernetze. Der *Musculus urethralis* schickt quergestreifte Bündel über die ganze äussere Fläche der *Prostata* weg. Das ganze Organ sehr nervenreich. — *Mustela erminea* hat nur eine dünne Prostataschicht, die sich aber, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, um den ganzen Anfangstheil der Harnröhre herumzieht. Auch die glatte Muskulatur nirgends sehr bedeutend; über den grössten Theil der Drüse ziehen quergestreifte Bündel, vom *M. urethralis* kommend, weg. — Die *Cowper*'schen Drüsen der Katze (beim Hund und Wiesel fehlen sie) mit starker Hülle quergestreifter Muskeln, die in keinem Zusammenhang mit nah gelegenen Muskeln stehen, sondern der Drüse allein angehören. Zwischen den Bündeln der Muskelhülle Haufen von Fettzellen, welche sich auf dem Durchschnitt der Drüse als weisse Flecke bemerklich machen; der Ausführungsgang ohne Muskeln, innen mit einzelnen Drüsenträubchen besetzt. Die *Cowper*'schen Drüsen der *Mangusta* haben einen stark entwickelten quergestreiften Muskel, der von der Faserscheide der *Corpora cavernosa*, an der Seite des *Penis* entspringend, die Drüse umhüllt und mit der Muskelschicht des Analsackes sich verbindet. Unter diesem Muskel die eigentliche Drüsensubstanz, welche, nach der Länge durchschnitten, grössere und kleinere ineinandermündende Fächer darbietet; diese sind die Räume für die Ansammlung des Sekretes, die eigentlichen Drüsenbläschen liegen nach aussen von den Fächern. — Der *Highmor*'sche Körper im Hoden des Katers ist in reichlichster Menge von Fettkörnchen bedeckt, welche, zu rundlichen oder wurstförmigen Klumpen zusammenliegend, mit ihren Enden nicht selten aneinander stossen und so manchfache, meist bogenförmig verlaufende Figuren bilden. Dieselben Fettkörnerklumpen in grösster Anzahl auch zwischen und auf den Samenkanälchen. Im Nebenhoden nimmt die *Membrana propria* der Samenkanälchen an Dicke zu und es treten nun auch glatte Muskeln auf; bei Hund und Katze sind die Samenleiter sehr reich an

feinen dunkelrandigen und *Remak*'schen Nervenfasern, übrigens ohne Erweiterung gegen die Ausmündung zu und ohne Drüsen, hingegen sind die *Ductus deferentes* des Wiesel gegen ihr Ende zu durch Drüsen spindelförmig verdickt. — Der Hodensack des Hundes, obwohl er nicht gerunzelt ist, hat doch eine *Tunica dartos* mit einem schönen Geflecht glatter Muskeln. Beim Wiesel enthält die *Tunica dartos* im Grunde des Sackes ein schwarzkörniges Pigment.

Beutelthiere. Die *Prostata* des virginischen Beutelthieres liegt in ihrer ganzen Ausdehnung unter dem *Musculus urethralis*, dessen Fasern übrigens nicht quergestreift, sondern glatt sind. Auf dem Durchschnitt zeigt das Organ der Farbe nach zwei Schichten, eine gelbröthliche, welche nach aussen sich befindet, und eine weissliche gegen das Lumen der Harnröhre zu. Den Hauptbestandtheil beider Schichten bilden lange, dicht beisammenstehende Schläuche. Die in vier Paaren vorhandenen *Cowper*'schen Drüsen sind, auf ihre Struktur untersucht, nicht alle einander gleich. Gemeinsam ist allen ein selbständiger quergestreifter Ueberzug, wenn auch verschieden dick in den verschiedenen Paaren. Im vorderen rundlichen Paar kommt unter der Muskelhülle eine starke, durch ihre weisse Farbe abstechende *Tunica propria*, von ihr gehen nach innen viele Balken und Blätter ab, durch deren Zusammenstossen ein Netzwerk gebildet wird, dessen Maschen aber nicht gerade eine bestimmte Richtung einhalten. Im vordersten Drüsenpaar sind die Balken und Blätter von demselben starken Aussehen, wie die *Tunica propria* selber, im zweiten Paar grauröthlich, von mehr zarter Beschaffenheit, auch scheinen glatte Muskeln in das Bindegewebe eingeflochten. Das hinterste Paar weicht darin ab, dass die von den Fortsätzen der *Tunica propria* nach innen erzeugten und untereinander zusammenhängenden Hohlräume Röhren darstellen, welche vom Fundus der ganzen Drüse nach dem Ausführungsgang streben, zuvor aber in eine gemeinsame gegen das verschmälerte Ende der Drüse liegende Höhle sich sammeln. Der Hoden ist pigmentirt und zwar in einer auf der *Tunica vaginalis* nach aussen liegenden Bindegewebsschicht.

Nager. Die *Prostata* von *Mus decumanus*, *M. musculus* und *M. sylvaticus* besteht aus Büscheln verzweigter Blinddärme, welche durch Bindegewebe mit einander verbunden sind und wovon jeder einzelne Schlauch glatte Muskeln besitzt, welche, meist ringförmig verlaufend, gegen die Ausführungsgänge mehrer vereinigter Drüsenschläuche hin an Masse zunehmen. Die Höhle des einzelnen Schlauches ist nicht einfach, sondern die *Membrana propria* macht nach innen faltige Vorsprünge, Maschen bildend, die wohl, bei gänzlicher Ausfüllung der Schläuche, diesen von aussen ein beerenförmiges Aussehen verleihen. Die Sekretionszellen der Prostataschläuche, welche an die innere Seite der Samenblase locker geheftet sind, trifft man entweder hell und klar oder sie enthalten fettartig glänzende Körnchen und als Produkt der Sekretion des ganzen Schlauches liegt im Lumen desselben ein grosser, meist in die Länge gezogener heller Körper von fettartigem Habitus. Die frei liegenden Prostatabüschel scheiden ins Innere rundliche oder eckige, verschieden grosse Klumpen ab, die Eiweissmassen zu sein scheinen. Jederseits an der Ausmündung der *Prostata* in die Harnröhre findet sich ein Ganglion. — Auch die *Prostata* des Kaninchens, welche an der hinteren Wand des *Uterus masculinus* in die Höhe steigt, besteht aus zwei nach ihrem Inhalt sehr verschiedenartigen Blindschläuchen. Die einen sind mit einem Cylinderepithel gleichmässig ausgekleidet und im Lumen des Drüsenschlauches trifft man bei ausgewachsenen Männchen ausser einer feinkörnigen Masse eine Anzahl von Prostatasteinchen, verschieden gross, bei auffallendem Licht weiss, bei durchgehendem gelbbraun, immer mit einem mittleren körnigen Centrum. Durch Druck brechen sie vom Rande aus ein, Essigsäure, stärker noch Kalilösung, macht sie erblassen,

Fig. 218.



Samenblase von Mus musculus.

a die Drüsen, welche den Hauptbestandtheil ausmachen und in b, den mittleren Hohlraum münden, c die glatte Muskulatur mit ihren Kernen, d Bindegewebe, welches über die ganze Samenblase wegzieht und besonders zwischen den Einkerbungen sich ausspannt.

die Schichten lösen sich ab und bei längerer Einwirkung des Kali scheinen sie gelöst zu werden. In den Schläuchen zweiter Art ist, abgesehen von den Epithelzellen, eine weissliche Masse zugegen, aus lauter blassen Körperchen bestehend, dazwischen einzelne bei auffallendem Licht weisse, bei durchfallendem schwärzliche Kugeln, aus scharfconturirten Körperchen mit Hülfe einer weichen Grundmasse zusammengeballt. Die Schläuche beider Drüsenarten sind mit glatten Muskeln versehen, welche auch in starken Balken die Zwischenräume zwischen den einzelnen Schläuchen ausfüllen, oder richtiger gesagt, die Schläuche der *Prostata* stecken unmittelbar in der Muskulatur des *Uterus masculinus*. Zwischen den Muskeln laufen viele Nerven hin, auch traf ich hier einmal ein mikroskopisches Ganglion. — Die *Cowper*'schen Drüsen der Ratten und Mäuse bestehen aus rund-

lichen Blasen, traubenförmig aneinander gedrängt, die ganze Drüse ist aus ungefähr 12 solcher Läppchen zusammengesetzt; auch im langen Ausführungsgang finden sich stellenweise noch Gruppen solcher Drüsenbläschen; die Epithelzellen rundlich, das Sekret zähe, fadenziehend. Die Blutgefässe verlaufen in ziemlich regelmässigen Maschen zwischen den Bläschen. Die ganze Drüse steckt in einer Hülle aus quergestreiften Muskeln. Aehnlich ist das Verhalten beim Kaninchen. Beim Biber sind die Muskeln der Drüse verhältnissmässig zur Grösse derselben unbedeutend, lassen auch die untere Seite der Drüse frei. Die Samenblasen der Ratten und Mäuse verhalten sich ganz wie eine Drüse. Der innere Hohlgang nimmt nämlich von allen Seiten die traubigen Drüsen auf, welche einen Hauptbestandtheil der Samenblasenwandung bilden. Nach aussen eine glatte Muskulatur als continuirliche Schicht. — Der Inhalt der Drüsenschläuche, welche bei Ratten und Mäusen ins untere Ende des Samenleiters münden, besteht im frischen Zustande aus grossen goldgelben, runden oder in die Länge gezogenen, dem Habitus nach fettartigen Körpern, welche im Inneren noch mehre helle farblose Tropfen einschlossen. Nach längerer Einwirknng von Kalilösung verschwindet die gelbe Farbe, das Sekret wird vollkommen hell, auch die eingeschlossenen Tropfen werden blasser, brechen das Licht weniger scharf, zugleich erscheinen auf der Oberfläche des Präparates spiessige Krystalle. Während des Aufenthaltes im Drüsenschlauche wandelt sich das Sekret dahin um, dass es seine goldgelbe Farbe verliert und in eine feste, bei auffallendem Licht weisse Masse sich umändert, welche aus fest aneinander gebackenen Körnchen besteht, wobei immer noch die eingeschlossenen hellen Körper erkannt werden können. — Der Theil der äusseren Haut, welche bei Ratten und Mäusen als Hodensack fungirt, hat eine aus Balken glatter Muskeln bestehende *Tunica dartos*, nach innen von ihr sieht man eine schwärzliche Pigmentlage.

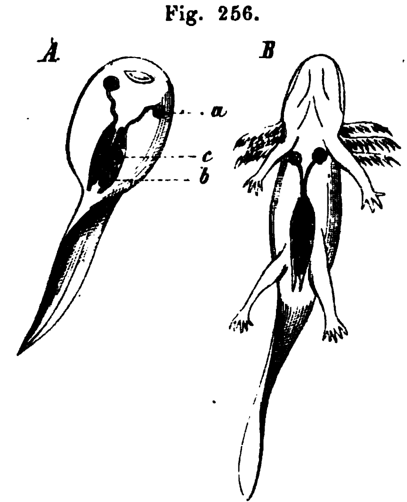
Pachydermen. Die *Prostata* des Schweines besteht aus einer gelbweissen traubigen Drüsenschicht, welche die ganze *Pars membranacea urethrae* ringsum umgiebt und zwischen dem *Musculus urethralis* und der Schleimhaut der Harnröhre liegt. Nur am Anfangstheil der Harnröhre nimmt die Dicke der Drüsenschicht so zu, dass sie den *Musculus urethralis* durchbricht und als gelbweisser solider Körper, jederseits vierlappig zu Tage tritt. Macht man einen Schnitt durch letzteren Theil, so findet man zwischen den Drüsenlappen glatte Muskelbalken von bedeutender Stärke. Die übrige Partie unter dem *Musculus urethralis* weicht im Baue nicht ab von dem frei liegenden Theil, nur hat sie nicht die so starken Muskelzüge, welche auch bei der Lage unter dem *Musc. urethralis* kaum nöthig sind. — In den *Cowper*'schen Drüsen des Ebers ist das Bindegewebsgerüst des Organes durch seine feste, knorpelartige Beschaffenheit ausgezeichnet, da es vollkommen in physikalischen und histologischen Eigenschaften der *Cornea* der Säugethiere gleicht. Das zähe, kleisterartige Sekret besteht mikroskpisch fast nur aus stäbchenförmigen zarten Körpern und feiner Punktmasse, in welche auch Essigsäure nach längerer Einwirkung alle Stäbchen umwandelt.

Solipeden. Die *Prostata* des Pferdes ist mit sehr zahlreichen Ganglien versehen, sie sind von Hirsekorngrösse und liegen zumeist an der Seitenfläche der Hörner des Organes oder auch mitten in der Drüsenmasse. Sie stehen durch Nervengeflechte in Verbindung mit anderen Ganglien, welche die erstgenannten zum Theil an Grösse übertreffen und in der Bauchfellplatte liegen, welche sich zwischen *Ductus deferens* und Prostatahorn hinspannt. Auch auf dem *Musculus urethralis* sah ich ein Ganglion.

Ueber die in so mancher Hinsicht eigenthümliche Entwicklung und Umbildung der Generationsorgane, sowie zur Erklärung der beigegebenen Figuren erlaube ich mir anhangsweise Folgendes beizufügen:

1) Bei den Batrachiern wird ein Theil der Niere zum Nebenhoden. Hat sich nämlich die Geschlechtsdrüse zum Hoden differenzirt, so treten seine Ausführungsgänge mit der Nierensubstanz in Verbindung, die *Vasa efferentia testis* gehen continuirlich über in die Harnkanälchen der Niere und der Ausführungsgang der Niere wird so auch der des Hodens. Der Ureter ist Harn- und Samengang zugleich. Die Verbindung der *Vasa efferentia testis* geschieht entweder mit dem vordersten Theil der Niere, mit der Spitze, und diese kann sich damit auch von der übrigen Nierenmasse in einzelnen oder mehren Läppchen isoliren, welche dann ganz füglich als Nebenhoden bezeichnet werden können, so beim *Triton*, *Salamandra*, *Proteus*; oder es findet keine solche sich auch äusserlich kundgebende Scheidung in Niere und Nebenhode statt und dann lässt sich sagen: Die Niere ist zugleich Nebenhode.

Fig. 256.



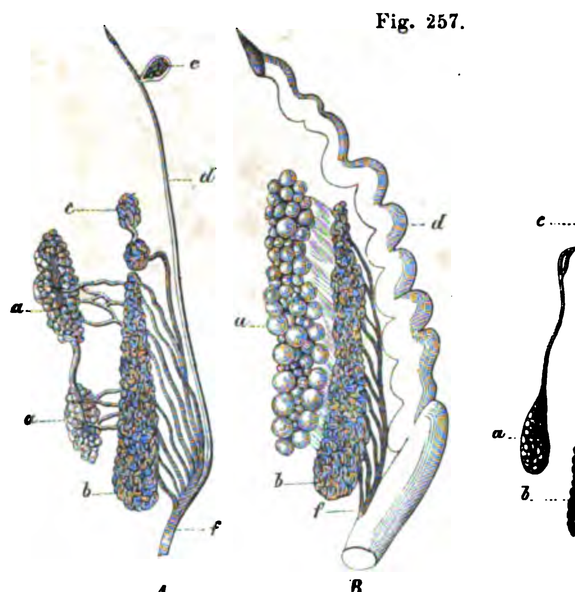
A Froschquappe, B Larve vom Salamander; an beiden sind die Anlagen der Harn-Geschlechtswerkzeuge eingezeichnet.
a der Wolf'sche Körper (Müller'sche Drüse), b Niere, c Geschlechtsdrüse.
(Natürliche Grösse.)

2) Der *Wolf*'sche Körper (*Müller*'sche Drüse, welcher nur eine gesonderte Portion der Niere vorstellt) ist bei den erwachsenen Batrachiern entweder vollständig geschwunden oder noch in Resten vorhanden. Beim Landsalamander, bei *Menopoma* finden sich vorne in der Bauchhöhle dergleichen Ueberbleibsel geknäuelter Kanäle. (Fig. 257, c.)

3) Der Ausführungsgang des *Wolf*'schen Körpers bleibt bei den männlichen Batrachiern, wenn auch mehr oder weniger verkümmert, zeitlebens in Form eines besonderen Ductus bestehen. (Fig. 257, 258, d.) Er mündet höher oder tiefer, wie solches nach den Arten verschieden ist, in den Harn-Samenleiter ein, bleibt immer ein Kanal, ist bei manchen Arten mit deutlich erkennbarem *Orificium* an seinem vordersten Ende versehen und besitzt hier und da Flimmerbewegung in dem obersten Theil.

4) **Bei den weiblichen Batrachiern wird der Ausführungsgang des *Wolf*'schen Körpers zum Eileiter.** So lange die Geschlechtsdrüse noch nicht besonders entwickelt ist, hat der *Ductus* noch das gleiche Aussehen in beiden Geschlechtern; er öffnet sich vorne so gut beim Männchen wie beim Weibchen in die Bauchhöhle. Beim Weibchen erweitert sich diese Oeffnung und wird *Orificium* des Eileiters, der *Ductus* tritt immer weiter von der Wirbelsäule weg nach aussen, wird dicker, schlängelt sich, kurz stellt den Eileiter dar, welcher aber am unteren Ende wieder mit dem Harnleiter zu einem in die Kloake führenden Kanal zusammentritt. Die vordere Oeffnung des Ductus beim Männchen liegt genau an derselben Stelle, wo das *Orificium* des Eileiters sich beim Weibchen befindet, und wenn daher, wie beim *Proteus*, letzteres nicht so weit nach vorne gerückt ist, wie bei anderen Batrachiern, so hält auch die Oeffnung des besagten *Ductus* beim Männchen diese Ortslage ein. Stellt man daher die beiden Geschlechter der Batrachier bezüglich ihrer Harn- und Geschlechtsorgane nebeneinander, so übersieht man einfach folgende Symmetrie:

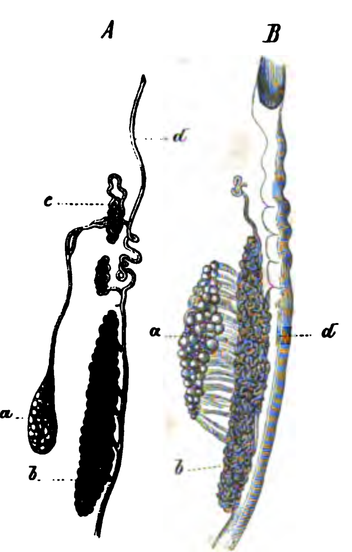
Fig. 257.



Harn- und Geschlechtswerkzeuge vom Landsalamander.

A Vom Männchen: a Hode, b Niere, c vordere oder abgelöste Partie derselben, d Ausführungsgang des Wolf'schen Körpers, dessen Rest bei e noch zugegen ist, f der Harn-Samenleiter.

B Vom Weibchen: a Eierstock, b Niere, d Eileiter (früherer Ausführungsgang des Wolf'schen Körpers), f Harngänge, die sich mit dem Eileiter vereinigen.



Harn- und Geschlechtswerkzeuge vom Proteus.

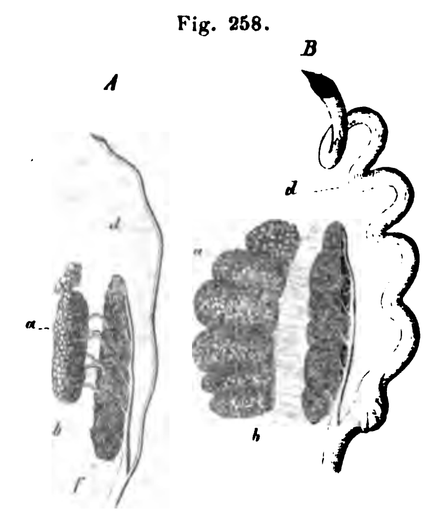
A Vom Männchen: a Hode, b Niere, c vorderes abgelöstes Stück derselben oder Nebenhode, d der frühere Ausführungsgang des Wolf'schen Körpers.

B Vom Weibchen: a Eierstock, b Niere, d Eileiter (früherer Ausführungsgang des Wolf'schen Körpers.

(Natürliche Grösse.)

In der Larve (Fig. 256) ist eine einzige Drüse vorhanden, die in zwei Abtheilungen zerfällt, von denen die eine kleinere vorne am Beginn der Bauchhöhle liegt (*Wolf*'scher Körper, *Müller*'sche Drüse der Autoren). Der Ausführungsgang ist beiden gemeinsam und ich betrachte beide zusammen als die Urnieren. Am inneren Rande der hinteren Abtheilung entsteht die Geschlechtsdrüse. Wird diese

Fig. 258.



Harn- und Geschlechtswerkzeuge von Bufo maculiventris.
A Vom Männchen: a Hode, b Niere, d früherer Ausführungsgang des Wolf'schen Körpers.
B Vom Weibchen: a Eierstock, b Niere, d Eileiter (früherer Ausführungsgang des Wolf'schen Körpers). Natürliche Grösse.

zum Hoden, so treten die Ausführungsgänge desselben in diesen Abschnitt der Urniere, die aber auch die bleibende Niere ist, und da also später Samen durch die Niere geht, um in den Ausführungsgang zu gelangen, so ist die Niere auch Nebenhoden und ihr Ausführungsgang wird Harn- und Samenleiter; jener weit nach vorne liegende Abschnitt der Urniere (*Wolf*'scher Körper, *Müller*'sche Drüse) schwindet ganz oder bleibt in Resten zeitlebens, und der Ausführungsgang, welcher zwischen diesem Abschnitt der Urniere und dem hinteren längeren, die *Vasa efferentia testis* aufnehmenden Theil liegt, erhält sich durch's ganze Leben als Anhängsel des Harn-Samenleiters. Gestaltet sich aber die Geschlechtsdrüse zum Eierstock, so kommt es natürlich nicht zur Bildung der *Vasa efferentia testis;* der Ausführungsgang des hinteren Abschnittes der Urniere stellt bloss den Harnleiter vor; die vorne in der Bauchhöhle liegende Partie der Urniere schwindet, der dazu gehörige Gang aber wird der Eileiter.

Siebenundvierzigster Abschnitt.

Von den Geschlechtsorganen der Wirbellosen.

§. 469.

Hoden der Coelenteraten.

Die Samen bereitenden Organe oder Hoden der Wirbellosen bieten, wenn man sie bloss nach ihren Umrissen betrachtet, eine sehr grosse Mannichfaltigkeit dar, erscheinen hingegen ziemlich einförmig, sobald man die dabei betheiligten Gewebe ins Auge fasst. Die wesentlichen Gewebe des Hodens sind Bindesubstanz und die Sekretionszellen, ja bei manchen Coelenteraten scheinen nur letztere das Con-

stituens des Hodens zu sein, indem wenigstens bei unseren Hydren die Zellen der äusseren Haut durch lokale Vermehrung und Umbildung ihres Inhaltes zu Samenzellen werden können; *Rouget* giebt indessen an, dass die auf der äusseren Haut liegenden Hodenbläschen noch von einer strukturlosen Haut eingeschlossen wären. Bei den Siphonophoren, sowie bei den Branchiaten unter den Ringelwürmern scheint es ebenfalls, als könnten die Zellen der Leibeshöhle an bestimmter Stelle durch Wucherung und Metamorphose des Inhaltes zu Samenzellen werden, allein es concurriren denn doch bindegewebige, zarthäutige Umhüllungen und Stützen am Geschlechtsapparat, wie sonstwo; erst später durch Platzen des Ueberzuges fallen Eier und Samen, sich vom Mutterstocke ablösend, in die Leibeshöhle, um sich da frei weiter zu entwickeln.

§. 470.

Hoden der Arthropoden, Mollusken etc.

Hat das bindegewebige Gestell des Hodens eine besondere Ausbildung erreicht, so lässt sich bei genauem Zusehen immer eine Scheidung desselben in eine homogene, scharf conturirte innere Lage (die eigentliche *Tunica propria*) und in eine äussere, mehr lockere und weichere, mit Kernen versehene Schicht erkennen. In letzterer verlaufen, wenn Blutgefässe oder Tracheen vorhanden sind, diese Gebilde, und es steht somit bei den Arthropoden diese Bindegewebsschicht mit dem Fettkörper in continuirlichem Zusammenhang; auch im Falle die Hoden pigmentirt sich zeigen, gehört das Pigment nur, wie ich mich z. B. an *Piscicola, Pentatoma* u. a. vergewisserte, dieser Haut an. (Hat man den Hoden der zuletzt genannten Baumwanze sorgfältig herauspräparirt, so fällt nach Einwirkung von Kalilauge ein ausserordentlicher Reichthum von Tracheen auf, zugleich mit einer ganz eigenen Vertheilung derselben, da sowohl dichte, feine Netze gebildet werden, als auch parallel verlaufende weite Röhren zugegen sind. Das Pigment begleitet hier wie bei anderen Insekten, *Cercopis* z. B., zunächst die Tracheen.)

Die der *Tunica propria* des Hodens nach innen anliegenden Zellen wimpern nur bei wenigen Thieren, bei den eigentlichen Hirudineen (*Hirudo, Haemopis*) z. B., wo die zarten Cilien sehr lebhaft schwingen. Ein andermal wimpern die Epithelzellen des Hodenausführungsganges: bei Räderthieren, Acephalen, nach *Thaer* auch bei *Polystomum appendiculatum*. Um die *Membrana propria* der Samenleiter schlagen sich bei den Hirudineen und den meisten hierauf geprüften Arthropoden, Muskeln. — Eine die Sekretionszellen des Hoden nach innen überdeckende Intima scheint selbst den Krebsen, Spinnen und Insekten zu fehlen.

Es wurde oben erwähnt, dass der Hoden mancher Wirbelthiere in mehre Abtheilungen zerfällt, wobei alsdann der Inhalt der Sekretionszellen nicht in allen Partien der gleiche ist, indem nur gewisse Portio-

nen Zoospermien liefern. Auch bei Wirbellosen kommt Aehnliches vor. Betrachtet man z. B. die von *Leon Dufour* gegebene Darstellung des zierlichen Hodens von *Silpha obscura* (copirt in den Icon. phys. *R. Wagner's*), so stechen grössere, längliche Beutel nicht wenig von den kleinen, die Hauptmasse des Hodens bildenden Quästchen ab, und mikroskopisch sehe ich, dass nur in den letzteren innerhalb grosser Blasen mit Tochterzellen Samenelemente entstehen, während die grossen Beutel keine Zoospermien erzeugen, sondern immer nur prall mit hellen, eiweissartigen Kugeln angefüllt sind.

Fig. 259.

Aus dem Hoden von Silpha obscura.
A Follikel, in welchem sich Zoospermien entwickeln, B Follikel, in welchem eiweissähnliche Kugeln entstehen.
a Tunica propria mit der Scheidung in die innere scharfgerandete Schicht und in die äussere zartere Lage.

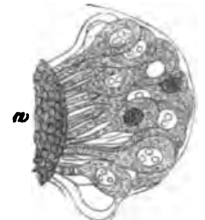
§. 471.

Accessorische Geschlechtsdrüsen.

Accessorische Geschlechtsdrüsen, einer Prostata vergleichbar, finden sich nicht selten; sie bestehen bei Hirudineen (*Piscicola*, *Nephelis*, *Hirudo* z. B.) und Rotatorien (*Notommata* z. B.) aus einzelligen, zu einem Ganzen gruppirten Drüsen; auch von manchen Mollusken sind dergleichen Prostatadrüsen beschrieben, von *Actaeon* z. B. durch *Gegenbaur*, und ich möchte nach dessen Schilderung (Zeitschr. f. w. Zool. 1854 S. 440) vermuthen, dass die Sekretionszellen in zarten Beutelchen liegen, deren Stiel erst in den gemeinschaftlichen Ausführungsgang mündet, demnach so wie oben von den Speicheldrüsen gewisser Gasteropoden gemeldet wurde. Bei anderen Mollusken hat die Prostata den Bau der gewöhnlichen Drüsen, d. h. die Follikel besitzen eine bindegewebige Wand, nach innen

davon die Sekretionszellen und zu äusserst in manchen Fällen Muskeln (*Prostata* der *Helices*); bei *Helix hortensis* ist der Bau der verästelten Schläuche der sog. Prostata derartig, dass zu äusserst eine aus dem bekannten grosszelligen Bindegewebe bestehende Umhüllungsschicht liegt, dann folgt ein schönes circuläres Muskelgeflecht, welches sich aber nicht über den ganzen Drüsenschlauch erstreckt, sondern den grösseren blinden Endtheil des Schlauches frei lässt. Am frischen Objekte lässt sich schon mit freiem Auge die Grenze leicht bestimmen, wo die Muskulatur aufhört, da der Schlauch sich einschnürt soweit die Muskeln reichen und von da ab weit bleibt. Der muskulöse Theil erscheint auch stärker pigmentirt, als das nicht contractile Ende. Zu innerst liegen die Epithelzellen von langer cylindrischer Form. Den accessorischen Geschlechtsdrüsen reihen sich die von *Gegenbaur* beschriebenen Penisdrüsen der *Littorina* an, welche aus einem Central- und rosettenartig gruppirten Nebenfollikeln bestehen.

Fig. 260.



Ein Stück Prostata von Nephelis, aus einzelligen Drüsen bestehend; bei a die Ausmündungsstelle derselben. (Starke Vergr.)

In dem histologischen Verhalten der männlichen accessorischen Geschlechtsdrüsen finden sich bei Insekten noch allerlei eigenthümliche Bildungen, die eine nähere Untersuchung erheischen. Bei *Pentatoma* z. B. bemerke ich in den eigentlichen, zum Theil gabligen Drüsenkanälen nichts von einer die Zellen überdeckenden Intima, aber im Ausführungsgang fällt nicht bloss eine quergestrichelte Intima auf, welche Zeichnung näher besehen netzförmig sich verbindende Ringe darbietet, sondern innerhalb dieser Intima unterscheidet man einen zweiten schärfer conturirten und chitinisirten Kanal.

Ruthe.

Wo penisartige Organe vorhanden sind, bilden Bindegewebe, Muskeln und Zellen das Baumaterial. Die Muskeln erscheinen meist unter der Form dichter Netze, an welchen man bei Insekten, wie *v. Hessling* zuerst an Schmetterlingen nachwies, zahlreiche Muskeltheilungen wahrnimmt. Die Zellen der Aussenfläche wimpern mitunter, nach *Gegenbaur* z. B. bei *Hyalaea*; bei *Paludina vivipara* trägt die innerste Zellenlage des ganzen Ruthenkörpers sehr zarte Cilien. Bei den *Helices* geht über die Zellen eine deutliche Cuticularschicht weg. In anderen Fällen beobachtet man verdicktere Cuticularbildungen; schon bei den Turbellarien z. B. sind die freien Flächen mit

einer härtlichen, in Hacken endigenden Membran überzogen, welche dem Chitin verwandt zu sein scheint, und bei den Arthropoden finden sich chitinisirte Ueberzüge, die in nichts von dem Panzer der äusseren Haut abweichen und zu sehr complizirten Skelettheilen sich umbilden können (worüber man die Arbeiten von *Dufour, Stein* u. A. vergleichen möge). — Die Ausstülpung der Ruthen scheint durch eine Art Erection oder Zuströmen von Blut in die Interstitien des Organes zu erfolgen.

§. 472.

Zoospermien.

Die Zoospermien oder Samenelemente der Wirbellosen lassen sich bezüglich ihrer Form etwa in folgende Haupttypen vertheilen, obschon wegen Zwischenformen keine strenge Durchführung möglich ist. Sie sind entweder fadenförmige Gebilde oder nähern sich mehr der kugligen Gestalt. Rein linear ohne Verdickung sind sie bei manchen Würmern: Trematoden, Cestoden, Echinorhynchen, Planarien, einzelnen Arthropoden, *Argulus, Doridicola*, Scorpionen, Tardigraden, Chilopoden, bei einzelnen Bryozoen; häufiger erscheint das eine Ende verdickt und zwar cylindrisch bei Hirudineen, den meisten Gasteropoden, Cephalopoden, Insekten. Ein ovales oder birnförmiges Kopfende besitzen die Samenfäden bei manchen Gasteropoden, Acephalen, Ringelwürmern, Nemertinen, Bryozoen, Radiaten. Eine seltnere Form ist die von *Creseis*, wo die haarförmigen Zoospermien an beiden Enden fein zugespitzt sind und im vorderen Fünftheile ihrer Länge eine Anschwellung besitzen (*Gegenbaur*); eine ähnliche Form sah ich bei einer *Clepsine*; bei *Cymbulia* und *Tiedemannia* ist das eine Ende dick und spiralig gedreht, das andere Ende in einen feinen Faden auslaufend, der vor seiner Spitze in ein kleines Bläschen anschwillt; ähnlich sind die Zoospermien von *Entoconcha mirabilis* nach der Darstellung von *Joh. Müller*. Ein stark verdicktes cylindrisches Kopfende mit zartem, kurzen Schwanzfaden zeigen die Zoospermien der echten Spinnen.

Kugelähnliche Zoospermien kennt man von den Myriapoden, mehren Krustenthieren (*Branchipus, Artemia, Caligus*) und den Nematoden. Die der Gordiaceen (vergl. *Meissner*) sind sehr feine nadel- oder haarförmige Stäbchen. Aehnlich sind die der Daphnoiden und Cyclopiden. — Die zellenförmigen Samenelemente der Dekapoden sind, wie zuerst *Henle* und *Kölliker* zeigten, mit zarten fadenförmigen Ausläufern besetzt, sogenannte Strahlenzellen. Doch kommen auch andere Zoospermien vor: *v. Siebold* sah sie bei *Crangon* und *Palaemon* von Gestalt plattgedrückter Bläschen, aus deren Mitte eine kurze Spitze hervorragt. Ich sah ebenfalls die des *Pagurus* (im September) von ähnlicher Form: es waren konische Körperchen, scharf conturirt und an der Basis mit einer Art Telle versehen, welche wie ein Fleck sich ausnahm.

Die Samenelemente der genannten Phyllopoden stellten sich als bläschenförmige Körperchen mit einem hellen Fleck dar, der mir nicht kernartig, sondern mehr wie eine Vertiefung vorkam. Die Zoospermien der Daphnien scheinen nach den einzelnen Arten kleine Abänderungen zu zeigen; *v. Siebold* nämlich sah sie bei *Daphnia rectirostris* von länglicher, halbmondförmig gekrümmter Gestalt, während ich in vorigem Herbste an den Männchen zweier Spezies bemerkte, dass sie bei der einen Art (*D. pulex*) kurze, aber gerade cylindrische Gebilde waren, an dem einen Ende mit einem dunkleren Fleck, hingegen bei der anderen Art (*D. sima*) erschienen sie bei gleicher Grösse als birnförmig ausgezogene Körperchen. Ausserhalb des Thieres blähten sie sich bald zu zellenähnlichen Formen auf. Von Thieren, der *D. pulex*, welche einen Tag lang in sehr verdünnter doppelt chromsaurer Kalilösung gelegen waren, unterschied man an den Zoospermien ein cylindrisches, dunkles Stäbchen und einen hellen, häutigen Saum, welcher meist in einer Krümmung über das Stäbchen hinzog. Von ähnlicher Form finde ich auch die Zoospermien des *Cyclops quadricornis*; sie bestehen aus einem glänzenden, länglichen Körperchen, das eine noch dunklere Verdickung hat, die Enden gehen in eine membranartige Fortsetzung aus, das ganze Zoosperm hat die Gestalt eines länglichen Plättchens, dessen einer Rand verdickt ist. Das Plättchen erscheint einmal um sich gedreht.

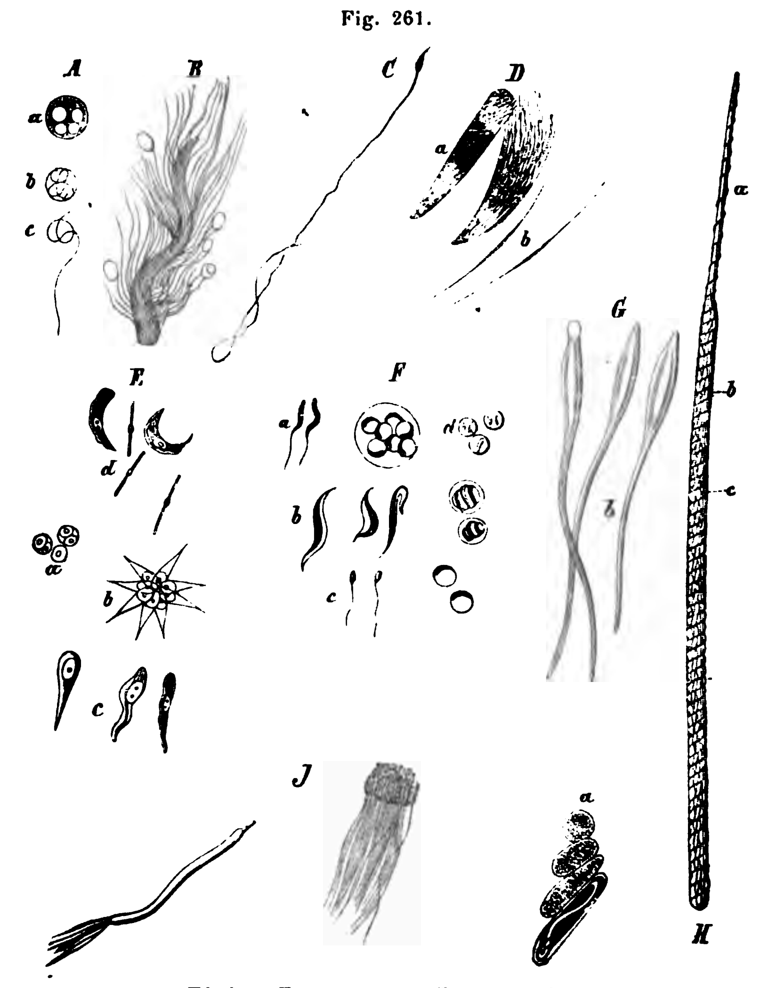
Eine eigenthümliche Form von Samenelementen produzirt *Ixodes*: lange, helle Cylinder, die an dem einen Ende kolbig angeschwollen sind.

Zoospermien mit undulirender Membran wurden aus der Reihe der Wirbellosen bis jetzt nur bei Rotatorien und den Cypriden gefunden. Die letztgenannte Thiergruppe zeichnet sich auch durch die absolut grössten Zoospermien aus: sie erreichen bei *Cypris ovum* die 3—4fache Länge des Thieres. Von riesiger Länge (über 1‴) sind sie auch bei den Chilopoden; diesen zunächst stehen die Samenelemente mancher Insekten und Gasteropoden, welche ebenfalls nicht selten bis zu 1‴ Länge messen.

Bei einigen Wirbellosen enthält der Samen Zoospermien von zweierlei Art, eine Erscheinung, die als sehr auffällig bezeichnet werden muss. Längere Zeit hindurch war nur *Paludina vivipara* in dieser Beziehung bekannt, wo sich mit den gewöhnlichen haarförmigen Elementen, deren verdicktes Kopfende spiralige Windungen zeigt, noch längere wurmförmige Zoospermien, an einem Endtheil in mehre zarte Fäden auslaufend, finden. Gegenwärtig kennt man noch zwei andere Thiere, welche dasselbe Phänomen sehen lassen: das Männchen von *Notommata Sieboldii* hat ausser den länglichen, meist sichelförmig gekrümmten Zoospermien, welche an dem einen Rand in eine undulirende Membran ausgehen, noch zweitens scharf conturirte Stäbchen mit einer mittleren leichten Anschwellung. Dann haben wir durch *W. Zenker* erfahren, dass der Samen des *Asellus aquaticus* aus sehr langen haarförmigen und kürzeren, dickeren keulenförmigen Zoospermien zusammengesetzt sei. Vielleicht müssen auch dem *Oniscus murarius* zweierlei Zoospermien zugeschrieben werden, denn ausser den bekannten, so sehr langen, fadenförmigen findet sich noch eine zweite

Art kugelförmiger, welche genauer betrachtet die Gestalt haben, wie sie *Leuckart* von denen des *Julus terrestris* (Art. *Semen* in d. Cycl.)

Fig. 261.



Einige Formen von Zoospermien.

A Von Argulus foliaceus: a, b Entwicklungszellen, c freies Zoosperm.

B Von Cercopis spumaria, wie sie um einen Achsenstrang herum zu federförmigen Massen verbunden sind.

C Von Bullaea aperta.

D Von Clepsine (Spec.?): a Bündel, b einzelne Samenelemente.

E Von Notommata Sieboldii: a Entwicklungszellen, b dieselben im Auswachsen begriffen, c Auftreten des undulirenden Saumes, d reife, flimmernde und stäbchenförmige Zoospermien.

F Von Arachniden: a von Epeira, b von Dysdera, c von Clubiona, d von Phalangium.

G Von Ixodes testudinis: a Entwicklungszellen, b ausgebildete Zoospermien.

H Von Cypris acuminata (nach *W. Zenker*).

J Von Paludina vivipara, die beiderlei Formen.

darstellt. Diese zweite Art keimt in den drei blinden, oft noch in eine oder mehre Blasen endigenden Anhängen der Hodenspitze, während die fadenförmigen aus den grossen Zellen des eigentlichen Hodenkörpers hervorgehen.

§. 473.

Entstehung der Samenelemente.

Wenn wir uns um die genetische Beziehung bekümmern, in welcher das ausgebildete Zoosperm der Wirbelthiere und Wirbellosen zur elementaren Zelle steht, so zeigt sich, dass sich den hierüber angestellten Untersuchungen bis jetzt kein allgemeines Schema hat abgewinnen lassen; es scheinen im Gegentheil mehre Typen durchzugreifen. Bei manchen Formen nämlich bildet sich das ganze Zellenbläschen durch bestimmte Veränderungen, Auswachsen u. dergl. in das Zoosperm oder Samenkörperchen um; letzteres entspricht mithin einer metamorphosirten kernhaltigen Zelle, so bei Nematoden, *Paludina vivipara*, *Cymbulia*, *Tiedemannia*, unter den Turbellarien bei *Microstomum**), (*Reichert*, *Leydig*, *Gegenbaur*); es bleibt auch wohl eine Trennung in Membran und Inhalt zurück, wie ich z. B. von denen des *Ixodes* beschrieben, ja selbst der *Nucleus* erhält sich, Beispiel: *Notommata*. Häufiger scheinen die Samenelemente nur umgewandelte Kerne vorzustellen, was wohl bei den meisten Thiergruppen der Fall ist; *Kölliker* möchte diesen Typus auf die ganze Thierreihe ausgedehnt wissen. Endlich drittens weisen manche Beobachtungen darauf hin, dass die Samenelemente innerhalb der Zellen in Bläschen entstehen, welche den „Sekretbläschen“ verglichen werden können; unter diesen Gesichtspunkt möchte ich wenigstens die Angaben *Leuckart's* bringen. Er betrachtet die Samenkörperchen als Neubildungen aus dem Inhalte von Samenzellen.

Die Samenelemente vieler Krustenthiere (der Myriapoden, Dekapoden, Amphipoden etc.) zeigen keine Bewegung, sind starr. Da man indessen wahrgenommen hat, dass gar manche Zoospermien zwar innerhalb des männlichen Thieres zu keiner selbstthätigen Bewegung kommen, wohl aber sobald sie in den weiblichen Körper übergeführt wurden (z. B. bei *Ixodes*, den Cypriden), so darf vermuthet werden, dass auch von den andern „starren“ Formen noch eine ähnliche Weiterbildung bekannt wird.

Die neueren Erfahrungen über die Rolle, welche die Zoospermien bei der Befruchtung spielen, haben, was schon oben erwähnt wurde,

*) An *Microstomum lineare* wenigstens kann ich die Mittheilungen *Schultze's* über die Spermatozoiden und ihre Entwicklungsformen (Arch. f. Naturgesch. 1849. S. 283) bestätigen. Nur sah ich bis jetzt noch nicht den eigenthümlichen bröcklichen Inhalt, welchen er zeichnet, die Zoospermien waren vielmehr ganz homogen und von den Umrissen, wie sie *Schultze* a. a. O. Fig. 4 c zeichnet. Alle untersuchten Individuen vermehrten sich auch durch Theilung.

erwiesen, dass die Samenkörperchen bei der Befruchtung in das Innere des Eies eindringen und allmählich im Dotter, in Elementarkörner zerfallend, verschwinden. Man sah diesen Vorgang an den Eiern des Frosches, am Kaninchenei, bei Insekten, Würmern u. s. w. (*Newport*, *Bischoff*, *Leuckart*, *Meissner*, *Nelson* u. A.).

Spermatophoren.

Das zähe, strukturlose Sekret aus den männlichen accessorischen Geschlechtsdrüsen tritt bei vielen Wirbellosen mit den Samenelementen in eine innigere Beziehung, als solches bei den Wirbelthieren der Fall ist. Es wird nämlich eine Portion von Zoospermien von dem erhärtenden Sekret meist wie von einem Schlauch umhüllt und dadurch sog. Spermatophoren gebildet. Eine die Erzeugung der Spermatophoren vorbereitende Bildung sind wohl die von *Leuckart* mit dem Namen „Samenstäbchen" belegten Massen von Samenkörperchen, welche unter Vermittlung eines gemeinsamen Bindemittels zu strangartigen Gebilden verbunden sind; sie finden sich z. B. bei Hirudineen, Insekten, wo sie namentlich bei den Schmetterlingen lange, wurmförmige Körper darstellen. Die „Samenstäbchen" bilden sich gleich in den aus den Hodenfollikeln führenden Gängen. An der Schaumcicade (*Cercopis spumaria*) habe ich beobachtet, dass die fadenförmigen Zoospermien sich zu federartigen Gebilden gruppiren, als deren Achse ein besonderer heller, homogener Cylinder fungirt. Aehnliche federförmige Gruppen von Spermatozoiden hat von den Locustinen früher schon *v. Siebold*, von *Tettigonia Dujardin* beschrieben. Sie sind offenbar für modifizirte „Samenstäbchen" anzusehen. Von Interesse ist, dass nach den Mittheilungen von *W. Zenker* die kolossalen Samenfäden von *Cypris* immer je einer für sich von dem Sekret der „Schleimdrüse" hautartig umhüllt werden und erst im weiblichen Körper diese Hülle abstreifen, wie ja auch hier die anderen Spermatophoren bersten und die Zoospermien frei werden lassen. Bis jetzt sind Spermatophoren bekannt von den Cephalopoden, hier heissen sie nach ihrem ersten Beschreiber *Neerdham*'sche Körper, wurden früher häufig für besondere Thiere gehalten und bei ihnen bringen die Sekretstoffe ausser der allgemeinen Hülle des Schlauches eine zusammengesetztere Bildung, einen projektilen, aus einem elastischen Spiralbande bestehenden Apparat zu Wege (hiervon Abbildungen und Beschreibung besonders genau bei *Milne Edwards*, Ann. d. sc. nat. Tom. XVIII); bei den Insekten wurden ausser den Genannten durch *Stein* von befruchteten Käferweibchen Spermatophoren angezeigt. Sie gelangen bei dem Begattungsakte in die *Bursa copulatrix;* neuerdings hat *Lespès* (Compt. rend. 10. 1855) Spermatophoren der Grillen beschrieben, welche von dem Männchen an die Geschlechtsöffnung des Weibchens angeklebt werden und erst nach längerer Zeit die Samenelemente austreiben, die dann innerhalb der weiblichen Genitalien beweglich werden. Unter den Krustenthieren kommen bei einigen Cyklopiden (*Cyclopsine*) ebenfalls solche

Bildungen vor, welche den Weibchen bei der Begattung angehängt werden. Sie wurden schon von den älteren Naturforschern, welche die *Entomostraca* studirten, abgebildet, aber erst *v. Siebold* hat die wahre Bedeutung derselben ins Licht gesetzt. Bei dem gemeinen Flusskrebs wird zuweilen der ganze Inhalt des Samenleiters in einen einzigen sehr langen Schlauch eingeschlossen; gewöhnlich aber trennt sich der Inhalt des Samenleiters in einzelne, hintereinander gelegene, kleinere Partien, von denen dann eine jede einzelne von einem Samenschlauch umhüllt wird (*Leuckart*). Aus der Klasse der Anneliden habe ich Spermatophoren von *Piscicola* beschrieben, *Fr. Müller* und *Max Schultze* haben sie bei *Clepsine complanata* beobachtet, unter den Strudelwürmern hat sie der letztgenannte Autor bei *Planaria torva* gesehen.

Die Art und Weise, wie der Samen bei der Begattung in die weiblichen Theile gelangt, ist bei mehren Wirbellosen eine höchst eigenthümliche. Die Uebertragung geschieht nämlich bei Libellen, den Spinnen, dem Argulus und manchen Cephalopoden nicht durch einen Penis, der zunächst der Mündung der Samenleiter angebracht wäre, sondern jene die Rolle einer Ruthe spielenden Organe liegen ganz entfernt von der Samenleiteröffnung. Bei den männlichen Libelluliden steckt der Ruthenapparat an der Basis des Abdomens in einer Grube verborgen, während die Samenleiter am Hinterleibsende münden. Die Männchen müssen sich daher zur Begattung dadurch vorbereiten, dass sie durch Umbeugen ihres Hinterleibes gegen die Basis des Abdomens den Ruthenapparat mit Samen füllen. Bei der Begattung beugt dann das Weibchen seine Geschlechtsöffnung gegen diese Theile hin. Die männlichen Spinnen gebrauchen ihre Palpen als Ruthen, worüber man die Mittheilungen von *Menge* vergleichen möge. Das Männchen des Argulus foliaceus besitzt am vorderen Rand des letzten Fusspaares vor der Theilung desselben in die Ruderglieder einen Höcker, der in einen bräunlich gefärbten, gekörnelten, nach unten und einwärts gekrümmten Hacken endet. Diesem Höcker sammt Hacken entspricht am hinteren Rande des vorletzten Fusspaares eine eigenthümliche, vorspringende Kapsel, die von rundlich dreieckiger Gestalt ist und deren Innenfläche eine gebuchtete Beschaffenheit hat. Auch ihre nach oben gelegene Oeffnung hat geschweifte Ränder. Vor der Begattung füllt das Männchen nun durch Umbeugen des vorletzten Fusspaares an die Ausmündungsstelle der *Ductus deferentes* die bezeichnete Kapsel mit Samen und bringt sie dem Weibchen an die Papille der Samentasche. In ähnlicher Art, wie bei *Argulus* ein Fusspaar die Function einer Ruthe vollführt, so geschieht das auch bei einigen Cephalopoden. Die Männchen haben dann einen eigenthümlich gebauten Arm, der vom Hoden den Samen aufnimmt und denselben in die weiblichen Generationsorgane schafft. Diese Begattungsweise der Cephalopoden war bereits *Aristoteles* bekannt, später in Vergessenheit gerathen, und da der Arm bei der Begattung vom Männchen sich ablöst und häufig auf dem Weibchen ein fast individuelles Leben führend gefunden wird, so hielt man einen solchen Arm für einen Parasiten und schuf dafür den Namen *Hectocotylus*. Es hatte zwar *Dujardin* die Vermuthung ausgesprochen, dass die Hectocotylen behufs der Befruchtung losgestossene Theile der Cephalopoden wären, doch wurde erst durch neuere Beobachtungen, die von *de Filippi* und *Verany* ausgingen, jene Angabe des *Aristoteles* wieder in ihre Rechte eingesetzt, indem man die Hectocotylen als die Arme der Tintenfische erkannte.

§. 474.

Weiblicher Geschlechtsapparat.

Die weiblichen Generationswerkzeuge anlangend, so repräsentirt bei den Protozoen der sog. *Nucleus*, welcher selbst wieder eine Scheidung in helle Membran und körniges Contentum aufzeigt (*Vorticella*, *Loxodes* z. B.), eine Art Keimstock, da von ihm aus, wahrscheinlich durch Theilung die Vermehrung sich macht. Vielleicht hat der „Kern" der Infusorien bei manchen Individuen eine andere, aber ebenfalls mit der Fortpflanzung verwandte Bedeutung. *Joh. Müller* nämlich hat an *Paramaecium aurelia*, *Lachmann* und *Clarapède* bei *Chilodon cucullulus* beobachtet, dass der Inhalt des „Kerns" aus einem Bausch von Locken gekräuselter Fäden gebildet wurde; *Lieberkühn* sah die Anhäufung gekräuselter Fäden bei einem der *Kolpoda ren* nahe stehenden Infusorium nicht im Kern selbst, sondern in dem sog. Kernkörperchen (Monatsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 10. Juli 1856). Obschon *Joh. Müller* hierzu bemerkt, es sei unnöthig und vorzeitig, für jetzt weitere Schlussfolgen aus diesen Beobachtungen zu ziehen, so konnte ich mir's dennoch nicht versagen, diese wichtigen Thatsachen hier aufzunehmen, da allzunahe liegt, dass sie mit der Auffassung *Ehrenberg's*, welcher das fragliche Organ „Samendrüse" nennt, möglicherweise sich vereinigen lassen.

Ovarien.

Nach früheren Untersuchungen an Hydren schien es mir, als ob die Eier in der zelligen äusseren Haut entstehen, jedoch melden *Rouget* und *Ecker*, dass fragliche Organe unter der äusseren Körperhülle ihren Ursprung nehmen, so dass also schon hier, sowie bei allen anderen Wirbellosen eine Mitbetheiligung von bindegewebigen, stützenden Häuten angenommen werden darf. Das Bindegewebe unter der Form von Röhren und Säcken das Gestell bildend, an dem die Eier keimen, zeigt gerne eine Differenzirung in eine innere, rein homogene, scharf conturirte Lage, *Tunica propria*, und eine äussere, lockere und zartere Schicht, welche mit der interstitiellen Bindesubstanz des Körpers in Verbindung tritt. Sie ist es auch, in der die etwa vorhandenen individualisirten Blutgefässe, bei den Cephalopoden z. B., verlaufen, ebenso die Tracheen der Arthropoden; auch wenn die Ovarien Muskeln besitzen, wie die Eiröhren der Insekten, so sind die contractilen Elemente in diese Haut eingelegt. Die Muskeln an dem Eierstock der Insekten sind quergestreift und verästelt. Das Ovarium der Holothurien besitzt ebenfalls eine Muskelhaut. Auch im Falle der Eileiter sich um den Eierstock herum zu einer besonderen Kapsel ausdehnt, wie bei Cephalopoden, dem *Argulus* z. B., ist diese Hülle mit Muskeln versehen. Die Zellen an der Innenfläche der *Tunica propria* liefern die Eier.

Ueber die zarten Fäden, welche die beiden Ovarien der Insekten an den Thorax befestigen, vergl. *Leydig* in Müll. Arch. 1855 S. 132.

Am Eileiter der verschiedensten Wirbellosen sind Muskelschichten eine gewöhnliche Zugabe; die Epithelzellen, welche die Ovidukte auskleiden, flimmern bei vielen Mollusken. Wie nun überhaupt die Eileiter eine ganz ähnliche histologische Differenzirung zeigen, wie die Wandungen des Darmes, so kehrt bei den Arthropoden auch wieder, dass ausser dem Bindegewebe, den Muskeln, den Zellen noch eine homogene Intima auftritt, die mit der Cuticula der äusseren Haut in Continuität steht, auch ganz dieselben Modificationen darbieten kann, wie die Intima des Nahrungsrohres oder die Cuticula der äusseren Bedeckung, sie ist demnach hier dünner, dort dicker, bald weicher, bald verhornter, einfach glatt oder mit zelliger Zeichnung, und anderen Skulpturen versehen, sie hat z. B. bei vielen Käfern (vergl. *Stein's* Monographie) ähnliche stachelige und schuppenförmige Auswüchse wie die äussere Haut. Merkwürdig sind ferner die unter der Intima befindlichen Zellen, bei *Geotrupes stercorarius* z. B. sehr gross und kugelförmig von Gestalt werden sie zu einzelligen Drüsen, indem auf ihrer äusseren Wand sich das spiralförmig zusammengerollte Ende eines feinen chitinisirten Ausführungsganges verbreitet, der an der Intima sich öffnet. Eileiter.

§. 475.

An der Scheide (der Käfer) sind dieselben Schichten vorhanden, wie am Eileiter; die Muskellage zeigt hier die mächtigste Entwicklung, besonders an der eigentlichen Scheide, weniger an der Begattungstasche; die Zellen treten im Allgemeinen zurück, sind jedoch in der Begattungstasche von *Meloe, Notoxus, Hylobius* z. B. sehr entwickelt; die Intima hat grössere Dicke und Festigkeit, ist mehr „verhornt", kann der äusseren Chitinhaut an Farbe und Consistenz ganz gleich werden. Näheres über die Form der Auswüchse der Intima bei *Stein* a. a. O., wo eine Menge interessanter Einzelheiten niedergelegt sind. Auch die Elemente der Zellenlage können zu einzelligen Drüsen werden, wovon der genannte Autor ein hübsches Beispiel am *Carabus hortensis* und *C. granulatus* nachweist. Scheide.

Weitet sich bei Wirbellosen der Eileiter zu einem als Uterus geltenden Abschnitt aus, so bleibt doch an ihm im Wesentlichen die Struktur des Eileiters, bei *Paludina vivipara* z. B., wo der Uterus die Gestalt eines weiten, häutigen und verhältnissmässig sehr dünnwandigen Sackes hat, ist er äusserlich überzogen von dem gemeinschaftlichen Eingeweidesack oder dem Bauchfell, ferner unterscheidet man eine Muskelhaut und Schleimhaut. An der Innenfläche des Uterus bemerkt man eine Falte, welche von der inneren Ecke der *Bursa seminis* aus, am Spindelrande hervorzieht, bis sie in eine der zahlreichen Längsfalten übergeht, welche die Innenfläche des in die Kiemenhöhle mündenden Uteruszapfens auszeichnen. Gegen diese Längsfalte hin ziehen zahlreiche Querfalten, welche sich nur bis an den Rand der unter dem Uterus liegenden Eiweissdrüse erstrecken Uterus.

und dann sich verlieren. In der Längsfalte des Uterus erblickt man bei mikroskopischer Untersuchung einen hellen Raum, um den sich feine Muskelröhren geflechtartig herumziehen, und im Raum selber zahlreiche Blutkörperchen. Es liegt sonach in der Längsfalte des Uterus ein Gefäss und wirklich füllt sich auch bei Leiminjectionen dieser Raum als Arterie, von welcher die ziemlich starken, auf der oberen Wand des Uterus verlaufenden und sich dort verästelnden Arterien ausgehen.

Die rundlichen Epithelzellen, glashell oder mit gelbkörnigem Inhalt erfüllt, wimpern; Drüsen mangeln. *Helix* hingegen hat, wie *H. Meckel* angiebt, kleine Drüsenfollikel mit körnerhaltigem Epithel. Der Uterus der Hyaleen besteht nach *Gegenbaur* aus homogener Grundmembran, einem Beleg von circulär verlaufenden Muskelfasern und einer inneren Auskleidung kleiner, wimpernder Cylinderzellen; auf der Oberfläche ist er pigmentirt und unter seiner faltigen Innenfläche besitzt er ein stark entwickeltes, unter dem Epithel lagerndes Zellstratum mit granulirter Substanz (ist das Aequivalent der Eiweissdrüse der Gasteropoden *G.*).

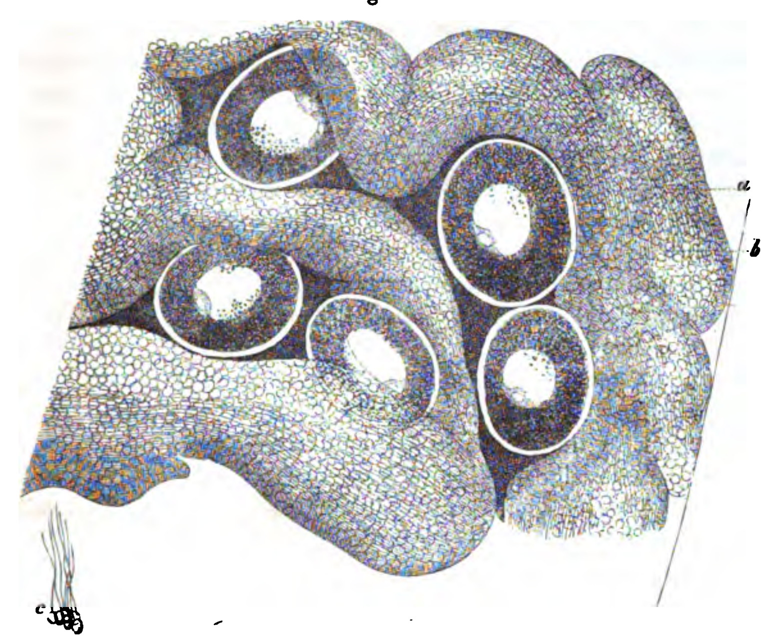
Bei *Cyclas* entwickeln sich die Embryonen in eigenen, in die Kiemen hineinragenden Taschen. Diese Bruttaschen wimpern weder aussen noch innen und haben an ihrer Innenfläche eine sehr merkwürdige Zellenlage, welche wahrscheinlich die Absonderung der hellen Flüssigkeit besorgt, in der die Früchte schwimmen. Die Zellen sind von verschiedener Grösse, die kleinen haben den gewöhnlichen Charakter elementarer Zellen, die grösseren, ins Innere der Bruttasche knospenartig vorspringend, zeigen eine äussere Eiweisszone, die sehr wenig dem Wassereinfluss widersteht und bald bedeutend aufquillt, dann einen körnigen Inhalt, in welchem eine ungewöhnlich starke Vermehrung der Kerne statt hat (man zählt 20 und mehr), ohne dass die Inhaltskörperchen sich um die neuen Kerne geballt hätten.

§. 476.

Zwitterdrüse.

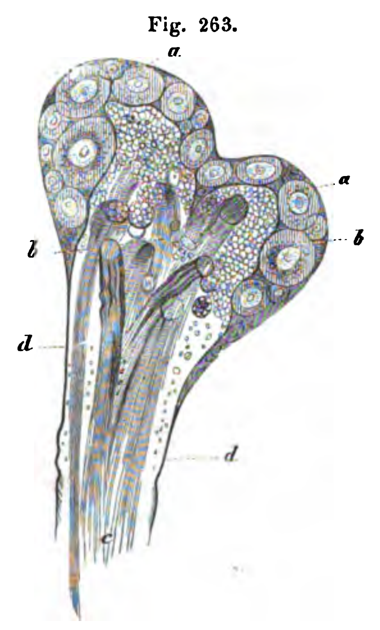
Bilden sich Samen und Ei in einem und demselben Individuum, ist sonach das Thier Zwitter, so kann Hoden und Eierstock von einander gesondert sein (z. B. bei den hermaphroditen Muscheln, *Cyclas*, *Pecten*, *Cardium*, *Ostrea*), oder beide vereinigen sich zu einer Drüse, sog. Zwitterdrüse, z. B. bei *Synapta*, vielen Gasteropoden und Pteropoden. Bei *Synapta* gehen in den Genitalschlauch die Hoden als gekrauste Längsstreifen, 4—5 an der Zahl, herab. Zwischen den Falten der jedesmaligen Krause, nicht aber im Raum, der zwischen den vier Längskrausen bleibt, liegen die Eier, aber beide Produkte sind durch homogene Häute auseinander gehalten; auch in der Zwitterdrüse der Gasteropoden werden die Bildungsstätten der Zoospermien von den Keimstellen der Eier durch helle, dünne Membranen geschieden. Die Drüse hat traubige Umrisse und bei den *Helices* ziemlich lange Drüsenschläuche; in jedem einzelnen Endschlauch entstehen zu äusserst die Eier und im inneren Raum die Samenelemente, jeder *Acinus* ist somit aus einer Ovarial- und Hoden-

Fig. 262.



Ein Stück Innenfläche vom Genitalschlauch der Synapta digitata.
a die Hoden, b die Eier, c Zoospermien, isolirt. (Starke Vergr.)

Fig. 263.



Ein Läppchen der Zwitterdrüse von Phyllirrhoe bucephalum.
a a Eibildende Abtheilung derselben, b b samenbereitender Abschnitt mit Spermatozoidenbüscheln, c Lumen des Zwitterdrüsenläppchens nahe an der Vereinigungsstelle sämmtlicher Läppchen der Drüse, d einfache Membran. (Nach *Gegenbaur*)

abtheilung zusammengesetzt, oder wie man das Verhältniss gewöhnlich bezeichnet: der samenproducirende Follikel erscheint in den Eiersack eingeschachtelt. Einen anderen Typus repräsentirt unter den Gasteropoden, wie wir durch *Gegenbaur* wissen, *Actaeon*, wo die Eier und Samenelemente bereitenden Follikel von einander getrennt sind und selbständige Drüsen bilden, aber so nebeneinander verlaufen, dass sie ein einziges, vielfach verästeltes Organ vorstellen. Wenn die von *Kölliker* gegründete Gasteropodengattung *Rhodope* wirklich ein Mollusk ist, so reiht sie sich *Actaeon* darin an, da auch bei ihr die Production männlicher und weiblicher Zeugungsstoffe auf verschiedene *Acini* sich vertheilt findet. (Uebrigens scheint *Rhodope* kein Mollusk, sondern eine Turbellarie zu sein.)

Auch der aus der Zwitterdrüse herausführende Gang sollte nach der Darstellung *H. Meckel's*, welcher die histologischen Verhältnisse der Zwitterdrüse der Gasteropoden zuerst erkannte, eine ähnliche Einschachtelung zeigen, was sich indessen nicht bestätigen lässt. *Leuckart*, welcher selbst an der Zwitterdrüse der Gasteropoden die *Meckel'*schen Doppelfollikel in Abrede stellt, und *Gegenbaur* sahen, dass bei Pteropoden der Ausführungsgang der Zwitterdrüse für die beiderlei Geschlechtsprodukte gemeinschaftlich sei; er bestehe aus homogener Grundmembran, einem Beleg von circulär verlaufenden Muskelfasern und innerer Auskleidung wimpernder Cylinderzellen. Dasselbe gilt für den Gang aus der Zwitterdrüse bei unseren *Helices*; er ist für Samen und Eier gemeinsam und *H. Meckel* hat wahrscheinlich den äusseren zumeist aus grossen Zellen gebildeten bindegewebigen Ueberzug für einen eigenen *Ductus* genommen, in welchem ein flimmernder und innen faltiger Eiergang eingeschlossen wäre. Die reifen Eier können wahrscheinlich auch hier wie bei den Pteropoden nur durch ein Platzen der Membran frei werden, welche sie innerhalb der Zwitterdrüse von dem Hodenraum abgrenzt.

Die ebenfalls mit zwitterhaftem Geschlechtsapparat ausgestatteten Trematoden, Cestoden und viele Turbellarien haben das Eigene, dass anstatt eines einfachen Eierstockes ein die Eikeime liefernder Keimstock und ein die Dotterkügelchen produzirender Dotterstock vorhanden sich zeigt.

§. 477.

Accessorische Geschlechtsdrüsen.

Um die Eier mit Eiweissumhüllungen oder mit festeren Schalen zu versehen, sowie um die gelegten Eier sowohl unter sich als auch an fremde Körper anzukitten, dienen accessorische Geschlechtsdrüsen. Es sind bei Lumbricinen und Hirudineen einzellige Formen, bei anderen (Eiweissdrüse der Gasteropoden, die drüsigen auf dem Uterus liegenden Massen bei *Lymnaeus*, *Planorbis* etc., die Eileiterdrüsen der Cephalopoden, die Schleim- und Kittorgane der Insekten) zusammengesetzte Drüsen von mannichfachen äusseren Umrissen. Bei

Mollusken können die Sekretionszellen wimpern, bei *Paludina vivipara* z. B. Während der Geschlechtsthätigkeit hat bei den Helicinen die Eiweissdrüse ein weisslich gallertiges Aussehen, da sie um diese Zeit ausschliesslich Eiweisskügelchen produzirt; im November aber finde ich sie (bei *Helix hortensis*) von intensiv gelber Farbe, und die Ursache hiervon ist eine klar zu verfolgende Fettmetamorphose, der die Eiweisskügelchen unterliegen. Uebrigens ist jetzt der folliculäre Bau sehr deutlich. Von den Eiweissdrüsen im Eileiter des Frosches wurde oben dieselbe Veränderung gemeldet.

Die Wand des Pfeilsackes der Helicinen besteht aus einer sehr dicken Muskellage, dann kommt bei *Helix hortensis* eine schwärzlich pigmentirte Bindegewebsschicht und zu innerst das aus langen, schmalen Cylinderzellen zusammengesetzte Epithel; die Zellen haben nach der freien Seite hin einen gelbkörnigen Inhalt und eine Cuticularschicht. Der sog. Liebespfeil, welcher in Form eines spiessartigen Gebildes im Lumen des Pfeilsackes ruht,*) gehört seiner Struktur nach zu den Zellenabscheidungen, was sich sehr leicht und schön verfolgen lässt. Vom Grunde des Pfeilsackes nämlich erhebt sich eine Papille, welcher der Liebespfeil mit seiner Basis aufsitzt und umfasst. Hat man nun letzteren abgehoben, so erblickt man um das Epithel der Papille herum abgeschiedene Lagen einer weichen homogenen Substanz und aus eben solchen Lagen besteht der Liebespfeil nach Auszug des Kalkes durch Säuren. Die Bildung des Liebespfeiles geschieht demnach so, dass von den Epithelzellen des Pfeilsackes Lagen einer homogenen Substanz abgeschieden werden, die sich mit Kalk incrustiren. An dem seiner Kalksalze beraubten Liebespfeil bemerkt man auch in einzelnen Fällen da und dort Zellenrudimente in den homogenen Schichten, die in mehr zufälliger Weise hineingerathen sein mögen, ähnlich wie diess oben von den Kiefern der Helicinen, dann vom sog. Hornbelag im Kaumagen der Vögel u. s. w. berichtet wurde. Die zierliche, cannellirte Gestalt dieses Objektes bei verschiedenen *Helices* bedingt sich durch die Form, welche das Lumen des Pfeilsackes hat; der Liebespfeil ist nur ein Abguss der Lichtung dieses Sackes.

Samentasche.

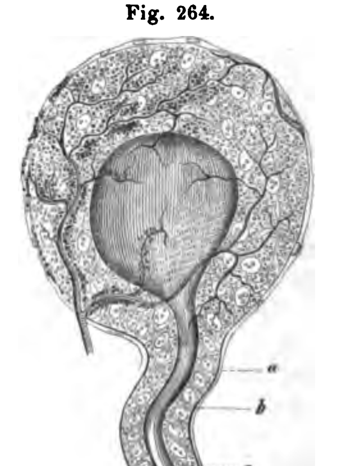
Häufig steht bei Wirbellosen noch eine Samentasche (*Receptaculum seminis*) mit den weiblichen Leitungsapparaten in Verbindung.**) Bei Turbellarien, Trematoden, manchen Krustenthieren scheint sie nur aus einer homogenen Haut gebildet zu sein (?), bei anderen Gruppen hat sie einen complizirteren Bau, bei Gasteropoden z. B. bindegewebige Grundlagen und eine wimpernde zellige

*) Ueber die verschiedene Form desselben bei den *Helices* vergl. Adolf Schmidt in der Zeitschr. für Malakozool. 1852, 1853.

**) Bei Wirbelthieren kennt man mit Sicherheit noch nichts von einem *Receptaculum seminis*; vergl. was darüber oben S. 519 bemerkt wurde.

Auskleidung. Merkwürdig ist das *Receptaculum seminis* der Insekten. Bei *Eristalis tenax* z. B. folgt auf die tracheenhaltige *Tunica propria* eine dunkle Zellenschicht, die Zellen setzen sich in den Ausführungsgang fort und werden da farblos und annähernd cylindrisch. Das Lumen der Samentasche erscheint von einer schwarz gefärbten Chitinhaut ausgekleidet, so dass gewissermaassen eine zweite Kapsel zu Wege kommt, deren Fortsetzung auch im Ausführungsgang ein inneres Chitinrohr erzeugt. Bei vielen Käfern zeigt sich ebenfalls die Intima völlig „verhornt", von Farbe rostroth bis schwarzblau, auch selbst mit polygonaler Zeichnung (z. B. *Cassida equestris*), die von Stein wohl irrthümlich auf eine Zusammensetzung aus Zellen bezogen wird; bei andern hat sie gleich vielen Chitinhäuten Stachelzähnchen (*Hister sinuatus* z. B.). Die Form der Zellen unter der *Intima* wechselt, sie sind lang, cylindrisch bei manchen Käfern, *Carabus granulatus* z. B., mitunter kommen selbst bei einigen Käfern quergestreifte Muskelschichten auf dem *Receptaculum seminis* vor (s. Einzelheiten in der Monogr. von Stein).

Fig. 264.

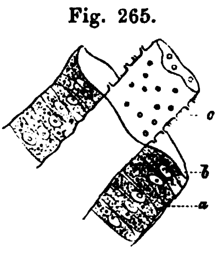


Samentasche von Eristalis tenax.
a Tunica propria, b Zellenschicht, c Intima.

Auch die Anhangsdrüse, *Glandula appendicularis* der Insekten hat eine gleiche Schichtung, indem sie aus *Tunica propria*, Zellen und *Intima* zusammengesetzt wird. Nennenswerthe Modificationen sind dann wieder, dass um die *Tunica propria* herum eine Muskelschicht sich legen kann, ferner dass die Zellen zu hübschen einzelligen Drüsen sich umzugestalten vermögen, wovon (nach Stein) *Pterostichus oblongopunctatus* als Beispiel dient. Eine interessante Zwischenstufe zwischen einfacher *Intima* und einer von den Ausführungsgängen der Drüsen durchsetzten gewahre ich an der Anhangsdrüse der

Gastropacha pini. Hier zeigt sich die homogene *Intima* von verhältnissmässig weiten Porenkanälen durchlöchert; studirt man darauf besonders mit Hülfe von Reagentien die *Intima* im Profil, so ergiebt sich, dass von jedem Löchelchen aus die Innenhaut nach den Zellen hin in ein kurzes Röhrchen sich verlängert und ich vermuthe, dass zu je einer Zelle ein solcher Ausführungsgang gehört.

Fig. 265.



Ein Stück vom Ausführungsgang der Glandula appendicularis der Gastropacha pini.
a Tunica propria, b Zellenlage, c die Intima. (Starke Vergr.)

§. 478.

Es darf noch als auf etwas Allgemeines zurückgewiesen werden, dass sich, was auch bei Wirbelthieren vorkommt, mit dem Genitalapparat gerne verschiedene Pigmente verbinden. Die Samentasche zahlreicher Insekten und mancher Krebse (*Argulus* z. B.) sehen wir stark gefärbt; der Hode vieler Insekten ist gelblich (*Tipula oleracea* z. B.), oder scharlachroth (*Pentatoma* z. B., hier das körnige Pigment in Kalilauge zu einer gelben Flüssigkeit einschmelzend), oder braun (*Cercopis* z. B.), grün u. s. w. pigmentirt. Auch die anderen Gruppen stellen Beispiele: die sonst kaum pigmentirte *Helix nemoralis* hat schwärzlich angelaufene Genitalien, *Arion*, *Limax* zeigen eine schwärzliche Zwitterdrüse, bei Heteropoden und Pteropoden kommen mit Pigmentzellen versehene Begattungsorgane vor; in manchen Fällen ist auch die Zwitterdrüse, *Ductus deferens* und *Receptaculum seminis*, auf gleiche Weise ausgezeichet.

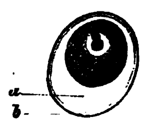
§. 479.

Man hat früher öfters den Satz ausgesprochen, dass die Zoospermien der Thierwelt eine grosse Mannichfaltigkeit der Form an den Tag legen und darin ganz verschieden wären von den primitiven Eiern, welche allerorts im Baue sehr übereinstimmen sollten. Angesichts der fortgeschrittenen Detailkenntniss ist diese Lehre unhaltbar geworden. Es bestehen zwar auch die Eier der Wirbellosen im reifen Zustande fast immer aus Hülle, Dotter, Keimbläschen und Keimfleck, aber diese aufgezählten Eitheile variiren doch nicht wenig in ihren besonderen Eigenschaften.

Hülle

Die Hülle oder Dotterhaut scheint mitunter fehlen zu können, z. B. an den Schneckeneiern, welche sich in Holothurien entwickeln (*Joh. Müller*), an den Eiern der Quallen *Lizzia, Oceania* (*Gegenbaur, Leuckart*). Wenn eine Eihülle zugegen ist — und diess ist allerdings die Regel — sehen wir sie entweder unter der Form einer einfachen, hellen und durchsichtigen Membran, so bei Gasteropoden, manchen Acephalen, Ringelwürmern, vielen Krustenthieren; oder sie zeigt sich unter der Gestalt einer bisweilen ziemlich dicken Eiweissschicht, die bald an ihrer inneren (bei manchen Acephalen: *Venus* z. B., Echinodermen: Holothurien, Seeigel), bald an ihrer äusseren Grenzfläche (bei den Najaden, *Unio, Anodonta* z. B.) zu einer besonderen Membran erhärtet. Ein andermal finden wir die Dotterhaut als eine derbe, selbst undurchsichtige Hülle: bei Trematoden, Turbellarien, Nematoden; ferner kann um eine den Dotter zunächst umschliessende dünne Haut sich noch eine zweite und sogar dritte feste Membran legen, das sog. Chorion: bei Insekten, Spinnen, manchen Krebsen (*Argulus*), Wintereier der *Entomostraca*, der Rotatorien, der Bryozoen, Polypen, Cestoden.

Fig. 266.



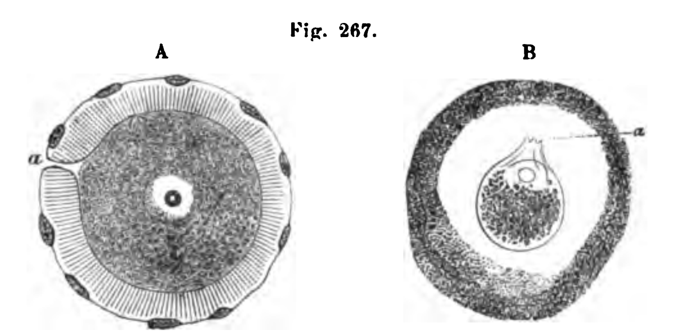
Ei von Cyclas cornea.
a Eiweiss um die Dotterkugel, bei b zu einer eigenen Membran erhärtend.

Nimmt man auf die weiteren Verhältnisse der Dotterhüllen Rücksicht, so erscheinen sie entweder von ganz gleichmässiger Beschaffenheit oder man bemerkt an ihnen mancherlei Zeichnungen, Skulpturen und selbst Oeffnungen. Die Eiweisshülle ist bei den Holothurien und bei *Ophiothrix fragilis* radiär streifig und besitzt ausserdem noch an einer Stelle einen senkrechten Kanal (nach *Joh. Müller, Leuckart, Leydig*), welcher, die Eihülle durchbohrend, bis auf den Dotter reicht. Es ist diess eine sog. Mikropyle. Eine ähnliche bleibende Oeffnung kennt man noch bei *Sternaspis thalassemoides* unter den Würmern (*M. Müller*), ferner von den Eiern der Lamellibranchiaten,*) wo sie ziemlich allgemein verbreitet zu sein scheint, von *Loligo* durch *Doyère;* von Krebsen ist sie bis jetzt bei *Gammarus* bekannt. Die Mikropyle ist hier übrigens nur in der Dotterhaut und das Chorion

*) Zur Historie der Mikropyle bei Najaden möchte ich bemerken, dass bereits vor *Leuckart* (Artikel „Zeugung“ mit ausführlicher Beschreibung der verschiedenen Eiformen) und *Keber* schon *G. Carus* in den Erläuterungstafeln zur vergl. Anat. im Jahre 1840 (Heft V) vom Ei der *Unio littoralis* auf Taf. II Fig. II die Mikropyle nach ihren äusseren Conturen zeichnet und richtig als „Stiel“ deutet, „durch welchen der *Calyx* im Ovario ansass.“

geht darüber hinweg (*Meissner*). Die Eier der Insekten (man vergl. hierüber besonders die sehr ausgedehnte Arbeit *Leuckart's* in Müll. Arch. 1855 und die *Meissner's* in der Zeitschr. f. w. Zool. 1854, einiges auch in meinem Artikel über den Bau der Arthropoden, Müll. Arch. 1855) haben einen einfachen oder mehrfachen Mikropylapparat. Ueberhaupt zeigt das Insektenei, welches schon so mannichfaltig in seiner Form ist, auch sehr variable Bildungen an seiner Schalenhaut; häufig finden sich hier Gruben und wirkliche Porenkanäle, dann wieder Höcker, Leisten, gefelderte Zeichnungen und wabige Bildungen. Die zelligen Zeichnungen rühren keineswegs von einer Zusammensetzung aus wirklichen Zellen her, sondern sind die Abdrücke der die

Fig. 267.



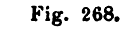
A Ei von Holothuria tubulosa, B Ei von Venus decussata, in beiden bei a die Mikropyle.

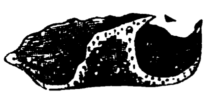
Schalenhaut abscheidenden Epithelzellen der Eierstockskammern. Die Gruben können Luft enthalten, was ich auch an Spinneneiern beobachtet habe.*) Zwischen Porenkanälen und der Mikropylbildung scheinen Uebergangsformen zu existiren; sie mögen ineinander übergehen, physiologisch aber unterscheiden sie sich vielleicht, wie *Leuckart* annimmt, so, dass die einen zur Vermittlung des Wechselverkehrs mit der äusseren Atmosphäre dienen, während

*) Von der Eischale mancher Spinnen beschreibt *v. Wittich* (Müll. Arch. 1849) sehr seltsame Bildungen. Das sammtartige, dem Pflanzenreif ähnliche Aussehen rühre von einer Masse dicht nebeneinander liegender, Fetttröpfchen nicht unähnlicher Kügelchen her. Würde nicht der genannte Forscher eine so ausführliche Schilderung dieser Gebilde gegeben und ihr Verhalten gegen chemische Reagentien im Einzelnen gezeigt haben, so dass der Verdacht einer Täuschung nicht aufkommen darf, ich hätte ebenfalls an Luftblasen gedacht. Dass diese schon mehrmals sehr verkannt worden sind, dazu will ich noch das nachträgliche Beispiel liefern, dass *Burmeister* (Zeitschr. für Zool., Zootom. u. Paläont. Nr. 5) die Luftkugeln, welche die oben (S. 220) beschriebenen Gruben an den Antennen der Insekten ausfüllen, für „glasartige Warzen von pilzförmiger Gestalt" angesehen hat. Der Luftgehalt der Grube markirt sich wohl desshalb in Form einer pilzartigen Kugel, weil die Chitinhaut nicht trocken, sondern mit Feuchtigkeit durchdrängt ist.

die anderen dazu da sind, die Samenfäden in das Innere des Eies durchzulassen.

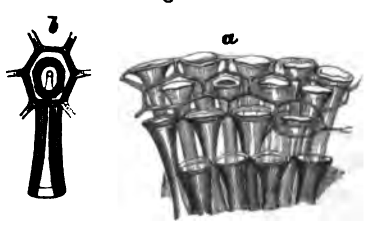
Fig. 268.





Ein Stück Eischale von Sphinx tiliae, um die feinen und die gröberen Porenkanäle anschaulich zu machen. (Starke Vergr.)

Fig. 279.



a Ein Stück Eischale von Locusta viridissima mit an beiden Enden trichterförmig erweiterten Porenkanälen (Mikropylen?).
b Ein einzelner Porenkanal, isolirt dargestellt.

Von der Fläche gesehen nehmen sich feine Porenkanäle wie Punkte aus, doch darf keineswegs jede Punktirung der Eihaut auf Kanäle bezogen werden, denn dasselbe Bild erzeugen auch Höckerchen, mit denen die Eischale besetzt sein kann, so rührt z. B. an den Eiern von *Julus, Polyxenus,* ferner an den Wintereiern der Rotatorien das chagrinirte Aussehen von dieser Ursache her. Die Eier von *Ascaris mystax* haben an ihrer Schale eine gedrängte Menge flacher und schüsselförmiger Gruben *(Reichert)*, die Eier von *Taenia serrata, coenurus* haben eine radiäre Zeichnung des Chorions, welche man früher von dicht stehenden Porenkanälen abhängen liess, von denen jetzt aber *Leuckart*, der damals selbst diese Meinung theilte, meldet, dass eine grosse Menge von senkrecht stehenden starren Stäbchen oder Haaren auf der Aussenfläche der Schale die Ursache der Streifung sei.

Bei *Sipunculus* ist die den Dotter unmittelbar überziehende Haut fazettirt *(Krohn)*, bei den Cephalopoden springt die Dotterhaut mit ziemlich tiefen Falten in die Dottermasse vor und erzeugt dadurch eine netzförmige Oberfläche der Eier *(Kölliker)*; die Eischale von *Hydra viridis* ist getäfelt, bei anderen Polypen *(Hydra fusca)* und Bryozoen (*Cristatella* z. B.) trägt sie ankerförmige Fortsätze; mit ganz besonders variabel gestalteten Auswüchsen erscheint die Eihülle bei vielen Insekten ausgerüstet, auch die mannichfach geformten Eier der Cestoden sind öfters mit langen Schwänzen versehen, bei den Nematoden, *Mermis* z. B., mit chalazenähnlichen Bildungen.

Die Härtung der Eischalen geschieht zumeist durch Chitinisirung, bei manchen Landgasteropoden durch Absetzung von Kalksalzen. Bei *Clausilia* bilden sich rhomboedrische Krystalle an, die dicht bei einander liegen; ähnlich bei verschiedenen Helicinen, wo sie zu einer continuirlichen Schicht verbunden sind, worauf vielleicht *Turpin* 1832 zuerst die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Bekannt ist, dass die ungewöhnlich grossen Eier des *Bulimus haemastomus* eine harte Kalkschale besitzen. Dasselbe wird auch von den zwei Zoll langen Eiern einer westindischen Landschnecke berichtet (vergl. Troschels Jahrb. 1850). — Die Eier der Alcyonellen sollen, wie *Meyen* (Isis 1830) angiebt, eine „Kieselbekleidung" haben (?). Eine Neigung zur Kalkablagerung in die Eischale findet man auch, was ich *Schlossberger's* „Chemie der Gewebe" entnehme, bei manchen Insekten (Nachtschmetterlingen, Heuschrecken) ausgesprochen.

Dotter.

Der Dotter variirt in seiner morphologischen Zusammensetzung nicht minder. Er besteht zwar überall aus einer farblosen, mehr oder weniger dicklichen Substanz und darin suspendirten Kügelchen, aber beide zeigen in den einzelnen Gruppen erhebliche Verschiedenheiten. Der Dotter der Siphonophoren ist sehr hyalin, indem er nur wenige trübere Molekule und Körnchen einschliesst. Diese hyaline Substanz erscheint bei stärkeren Vergrösserungen, als ob sie aus lauter dicht gedrängten Körnern zusammengesetzt sei, ein Verhältniss, das sich auch an anderen Eiern, z. B. bei denen von *Sagitta*, und zwar hier noch um Vieles deutlicher erkennen lässt (*Gegenbaur*). Bei anderen Wirbellosen sind es namentlich die von der Dotterflüssigkeit zusammengehaltenen Körner und Kugeln, auf deren Verschiedenheiten aufmerksam zu machen ist. Abgesehen von ihrer Farbe, welche weiss, gelb, roth, braun, grün, violett in wechselndem Intensionsgrad sein kann, haben diese Dotterelemente entweder das Aussehen feiner Körner, z. B. bei den meisten Mollusken, Annulaten, Helminthen, welche sich zuweilen auch zu grösseren Fettkugeln fortbilden, oder es sind der Hauptmasse nach grosse solide Fettkörper und Fetttropfen: bei Insekten, Krebsen, Spinnen, Trematoden, manchen Turbellarien. Eigen ist, dass bei vielen Arten der *Entomostraca* in jedem Ei constant ein alle anderen Fettkugeln an Umfang überragender Fetttropfen im Centrum des Dotters liegt. Ferner beobachtet man im Dotter der höheren Krebse zugleich mit den dunkelrandigen Fetttropfen noch Kugeln von eiweissartigem Habitus. — Es kann Bedenken erregen, ob wirklich der ganze Dotter *in toto* immer als Inhalt einer einzigen Zelle, der Eizelle, aufzufassen ist und ob er nicht vielmehr in gewissen Fällen als ein Derivat einer Anzahl von Zellen aufzufassen sei, wozu noch kommt, dass bei manchen Hirudineen (*Piscicola*) nach innen von der Dotterhaut eine Zellenschicht liegt, welche die Dotterkugel becherförmig umgiebt, ja an den Eiern von *Pontobdella* — so sah ich es wenigstens früher —

bilden Zellen den einzigen Inhalt des Eies. Bei vielen Insekten tritt der Dotter nachweislich als Zelleninhalt auf, worüber besonders die Untersuchungen *Stein's* (vergl. Anat. u. Phys. d. Insekten) nähere Auskunft geben. Vergl. auch *Leydig*, über *Coccus hesp.* in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Ebenso spricht der Hergang, wie er bei der Bildung des Eies der Trematoden, Cestoden und Turbellarien erfolgt, gegen die einfache Natur dieser Eier. Dasselbe muss bezüglich der *Daphnoiden* behauptet werden. An *Daphnia pulex*, wo ich zuletzt die Eibildung näher studirte, wuchern die Eikeime, d. h. das Keimbläschen sammt hyaliner Umhüllungsmasse von der Basis des schlauchförmigen Eierstockes herauf. Hat dann dies Gebilde eine gewisse Grösse erreicht, so differenziren sich in der das Keimbläschen umschliessenden hyalinen Substanz die feinen Dotterkörnchen; hingegen die grossen, grün gefärbten Oeltropfen entstehen entfernt und unabhängig von den Eikeimen im oberen Theil des Eierstockes, welcher an überwinternden Individuen in den Monaten November und December, wo keine Spur solcher Dotterkugeln zugegen ist, eine grossfächerige Beschaffenheit hat.

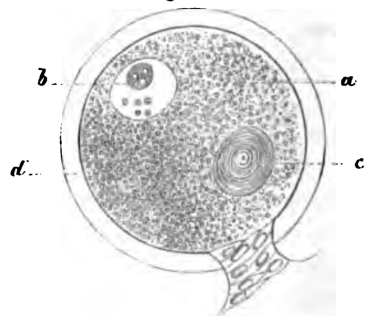
Fig. 270.



Eierstocksei von Piscicola.
Man sieht die den Dotter becherförmig umgebenden Zellen. (Starke Vergr.)

Im Ei einiger echten Spinnen findet sich ausser dem Keimbläschen und dem Dotter noch ein räthselhaftes Gebilde — mir bekannt aus *Tegeneria*, *Lycosa*, *Salticus*, *Thomisus*, fehlt bei *Epeira*, *Clubiona* u. a. — über das früher *v. Wittich*, *v. Siebold* und

Fig. 271.



Eierstocksei von Tegeneria domestica.
a Dotter, b Keimbläschen, c Körper von unbekannter Bedeutung, d Eiweisslage. (Starke Vergr.)

V. Carus nähere Beschreibungen gegeben haben. Es ist ein runder Körper, bald scharf gerandet mit lichterem Hof und centralem körnigen Fleck, bald blass, wie verwaschen und mit nebligem Hof, doch auch dann mit mittlerer kernartiger Zeichnung, ein andermal ist er concentrisch geschichtet. Essigsäure macht ihn blässer. Die Bedeutung fraglichen Körpers ist noch vollständig unbekannt, da weder der Bau noch die Bildung einen sicheren Anhaltspunkt bietet. *Burmeister* giebt an, einen ganz ähnlichen Kern auch im Ei von *Branchipus paludosus* gefunden zu haben; bei anderen Arten von *Branchipus* schien er ihm zu fehlen.

Keim-bläschen.

Das Keimbläschen muss wohl als der Theil des Eies bezeichnet werden, welcher abgesehen von Grössenverhältnissen die meiste Uebereinstimmung zeigt. Nicht immer ist es ein eigentliches Bläschen, sondern mitunter ein solides, weiches Korn, so z. B. bei *Entoconcha mirabilis* (*Joh. Müller*), *Synapta digitata* (*Leydig*), bei den Blasenbandwürmern (*Leuckart*). — Von sehr variabler Natur ist der Keimfleck. Mir scheint zunächst fraglich, ob er ein constanter Körper sei, wenigstens ist er bis jetzt in den Eiern von *Serpula* und *Amphicora Sabella* vermisst worden. Er repräsentirt sich bald als ein grosser solider Körper (sehr umfänglich ist er z. B. in manchen Rotatorien) oder er hat eine oder mehre Cavitäten im Inneren, oder endlich er wird mehrfach, wobei wieder der Unterschied sich geltend machen kann, dass die einzelnen ihn zusammensetzenden Körner auf einem Haufen beisammenliegen (z. B. *Notommata Sieboldii*) oder im Keimbläschen zerstreut sind. Seine chemische Beschaffenheit scheint auch nicht überall ganz dieselbe zu sein, wenigstens ist er bald mehr von blassem, eiweissartigem Aussehen, bald mehr wie ein Fetttropfen berandet und beschattet.

Keimfleck.

Regel ist, dass im Dotter ein einziges Keimbläschen eingebettet ist und das Ei sich zu Einem Embryo umwandelt, bei *Vortex balticus* schliesst die Eischale zwei Keimbläschen ein und der Dotter entwickelt sich zu zwei Embryonen (*M. Schultze*). Noch mehr Eier werden bei den Planarien von einer gemeinsamen Dotterhaut und äusseren Eischale umgeben. Es entwickeln sich hier aus einem Ei mehre Embryonen.

